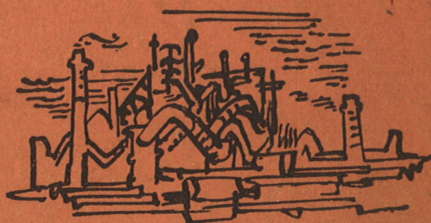
MIHAIL ILJIN

ČOVJEK I PRIRODNE SILE





NOVO POKOLJENJE

MIHAIL ILJIN

ČOVJEK I PRIRODNE SILE

NOVO POKOLJENJE
ZAGREB * 1948 * BEOGRAD

Naziv originala:
ЧЕЛОВЕК И СТИХИЯ

Preveli s ruskoga:
M. CVETANOVIĆ I V. VASIĆ

Bit će bure Mi ćemo se s ujome
dohvatiti i oduprijeti joj se.

N M. JAZIKOV

KAKVA JE OVA KNJIGA

Ja sam se upravo vratio s putovanja po nedovoljno poznatim krajevima, koji se nazivaju »Meteorologija« i »Hidrologija«. Tamo sam vidio mnogo toga, što mi se učinilo zanimljivim. I ne mogu izdržati, a da o tome što prije ne progovorim svima onima, koji tamo nisu bili.

Vidio sam čudne stvari. Pokazali su mi dnevnik, što ga je vodilo sunce. Ono je točno bilježilo u dnevnik sate svoga dolaska na rad. Pokazali su mi i originalne rukopise Indijskog oceana, Južno-Kineskog mora i Japanskog mora. Tako ja saznadoh, da svako more ima svoj rukopis: jedna imaju ravan i sitan, a druga neravan i razvučen.

Bio sam na nenaseljenom otoku, gdje na stijeni usred valova, u maloj kućici boravi Robinzon. Ovaj Robinzon ne mora ni jesti ni piti. Njegova je jedina dužnost da pazi na vrijeme i da preko radija dostavlja izvještaje na kopno. I on to čini točnošću automata, što je potpuno razumljivo, jer to i nije čovjek, nego automat.

Vidio sam nešto još čudnije: mehanički mozak, koji u svom sjećanju čuva milijune brojeva. Ako želite znati, kakvo je vrijeme bilo u Moskvi 2. siječnja godine 1903., mehanički će se mozak odmah sjetiti, koliko je tada bilo stupnjeva i s koje je strane duvao vjetar.

Za vrijeme svoga putovanja naišao sam na ljude, kod kojih su vid i sluh sasvim drugačiji, nego kod nas. Oni vide nevidljive rijeke, koje teku visoko iznad krovova kuća i duboko ispod dna brodova. Oni čuju kucanje njihala,

ujednačeni ritam, kome se podvrgavaju i jezera na ekvatoru, i polarna svjetlost na sjeveru, i pjege na suncu, i strelica kompasa na brodu, i radioprijemnik u sobi.

Ti ljudi umiju prozreti i u prošlost i u budućnost. Oni znaju, kakvo je vrijeme pratilo Ahejce pri povratku ispod Troje i ruske trgovce na putu od Varjaga do Grka.[1]

I oni smjelo koračaju u budućnost, kad žele doznati, kakvo će vrijeme biti za mjesec dana ili za tri mjeseca.

Oni paze na prirodu, kao stražari, i upozoruju mornare na buru, zemljoradnike na sušu, stanovnike gradova na — poplavu . . .

Ovih stražara ima na tisuće. Ali, oni umiju promatrati zemljinu kuglu kao jedan čovjek, koji je svuda prisutan, i istodobno vidjeti čitav ogromni stroj planete — onaj stroj, koji pokreće i ledene planine kraj obala Antarktika, i svaki mlazić vode, koji sebi probija put u tamnom zemljištu pod našim nogama.

Ovi ljudi proučavaju mehanizam planete, kao mehanizam sata.

Evo, ovdje je, kažu oni, opruga — sunce. A ovo su točkovi, što prenose uzduh s ekvatora na polove i s polova na ekvator, s mora na kopno i s kopna na more. Evo točka pasata, evo točka monsuna. A ovo je krug, po kome ide voda, kad se iz oceana diže u uzduh i zatim pada na kopno.

I eto, poslije svih svojih putovanja, vratio sam se kući i pokušao napisati priču o onome, što sam vidio i čuo.

Uvjeren sam, da u mojoj priči mnogo toga nedostaje. Bez toga ne mogu biti putopisi. Ima tu, vjerojatno, i drugih nedostataka.

Što mogu kazati u svoje opravdanje?

Lako je pisati o običnim stvarima i ljudima.

Ali ja sam imao težak zadatak. Da biste se u to uvjerili dovoljno je, da pročitate popis osoba o kojima je riječ u knjizi. Tu su i Zemlja, i Sunce, i vjetrovi, i bure, i morske struje, i rijeke, i oblaci, i vulkani, i ledeni bregovi. I

[1] Put, koji vodi od Novgoroda preko sjevernih ruskih jezera do Dnjepra i dalje u Carigrad. — *Ur.*

sve njih povezuje jedna zajednička složena radnja. U ovom popisu osoba ima i ljudi — to su hidrolozi i meteorolozi, oceanografi i klimatolozi — koji proučavaju stroj planete, paze na njezin hod i pokušavaju njome upravljati.

Njihov se rad ne može odvijati bez plana. A rad je naročito potreban tamo, gdje je čitav život podvrgnut planu, gdje se priroda mijenja na prostoru, koji je jednak kopnu.

Eto, zašto se u mojoj priči na prvom mjestu i najčešće spominju sovjetski meteorolozi, koji iz dana u dan, po vijavici, po nepogodi, po oluji, u danima rata i danima mira, prate vremenske prilike, ne obzirući se na vrijeme. Oni rade i usred snjegova Arktika, i u Gladnoj stepi[1]*, i na ledenjacima Tjenšana*[2]*, i u sibirskoj tajgi. Njih je mnogo, ali oni umiju gledati tisućama očiju, kao jedan ogroman čovjek.*

Usporedo s meteorolozima stoje njihovi drugovi hidrolozi, koji prate život stotine tisuća rijeka, četrnaest mora i bezbrojnog mnoštva jezera i izvora u našoj domovini.

Svi oni vjerno služe svojoj znanosti i svojoj domovini — Sovjetskom Savezu. Stoga njihov mnogotisućni odred i nosi ime Hidrometslužba[3] *SSSR.*

[1] Gladna stepa (Bet-Pak-Dala) nalazi se između rijeke Sari-Su, Balhaškog jezera i rijeke Ču, Kazahska SSR. — *Ur.*
[2] Tjenšin — planinski lanac u Srednjoj Aziji. — *Prev.*
[3] Hidrološko-meteorološka služba. — *Ur.*

PRVO POGLAVLJE

NJEGOVO VELIČANSTVO VRIJEME

Što se događa, kad se zaboravi na vrijeme

Vi svako jutro podignete zavjesu i gledate kroz prozor: a kakvo je danas vrijeme. Je li ono dobre volje. Ili mu je palo na pamet, da u svibnju zagudi s vijavicom i da snijegom pokrije propupalo drveće.

Spremate se da sudjelujete u sportskom natjecanju. Ali niste tražili dozvolu od Njegova Veličanstva Vremena. I vi s ogorčenjem doznajete, da je natjecanje, zbog lošeg vremena, odgođeno.

Vi ste u kupalištu. Preporučena su vam zračna kupanja, a vrijeme vam sprema hladan tuš.

Što god radili i gdje mu drago bili, od vremena se ne možete ni sakriti ni pobjeći.

Spremate se na daleko putovanje. Najbrže biste ga obavili avionom. Ali vrijeme nije za letenje. Ne želite imati posla s njim. I mudro se odlučujete putovati željeznicom. Tako je najsigurnije — po starinsku.

Vi pratite po voznom redu svoje približavanje k cilju. Ali, najednom se vlak zaustavlja nasred čisto pustog polja. Polje je zaista pusto kao list bijela papira. Unaokolo je sve zavijeno snijegom, tako da se tračnice ne vide.

Željezničari imaju svoj vozni red, a vrijeme svoj. Kad je po njegovu voznom redu vijavica, htio-ne htio, na to moraš računati.

Ali evo, put je raščišćen, vlak je napokon krenuo. S velikim zakašnjenjem stižete do svoje stanice i putujete dalje automobilom. Ali vam vrijeme i tu skreće pažnju na sebe. Snježni vam smetovi priječe put. Motor sve teže radi, mazivo se zbog hladnoće zgusnulo. Šofer je zabrinut — stvar se može završiti kvarom.

Konačno ste kod kuće, pod krovom. Sakrili ste se u nju, kao morski rak u svoju školjku. Vi ste se zaklonili od vremena zidovima, debelim dvije i po opeke, i željeznim krovom na jakim gredama. Pomoću električnih žarulja i parnog grijanja stvorili ste za sebe između četiri zida vlastito mirno domaće vrijeme.

Napolju je noć i zima. A kod vas dan i ljeto.

Uključujete radioprijemnik da čujete čuvenu pjevačicu, ali je zaglušuje neki čudan, krčeći i praskav glas. To je glas neukroćenog divljeg vremena, koje nastupa solo, ne obazirući se na program. Ono ima svoj program radio-emisija, ili, točnije, radio-smetnji.

Zvoni telefon. Podignete slušalicu. Važan razgovor. I odjednom, usred riječi, razgovor se prekida. Drmusate prekidač, negodujete. Ali telefon kao da je umro.

Tko je smio prekinuti razgovor?

To nije učinila telefonistica, nego vrijeme. Ono je obavilo provodnike debelom ledenom korom, i žice su se pod težinom leda pokidale.

Legli ste da spavate. Ali vam nemirni susjed — vjetar — ne dâ da zaspite. On lupa potkrovnim kapcima, on fijuče, spuštajući se s krova.

Ali to su još sitnice. Ako se vjetar sasvim pomami — on može i krov skinuti s kuće — isti taj krov, ispod koga ste se od njega zaklonili.

Željeli to ili ne, ali na vrijeme morate neprestano misliti. A ono strogo kažnjava one, koji na njega zaboravljaju.

Naravno, nije veliko zlo ako, zaboravivši na vrijeme, izađete iz kuće bez kaljača i bez kišobrana, pa vas zadesi pljusak.

Mnogo je gore, ako na vrijeme zaboravi pilot pri upravljanju avionom, ili agronom, kad pristupa žetvi, ili graditelj pri izradi proračuna za nasip.

Dogodio se slučaj, kad je pilot namjerno zaboravio na vrijeme. On je upravljao velikim aparatom s dvanaest putnika. To se dogodilo 31. prosinca uveče. Pilot se žurio kući, da bi s obitelji i drugovima dočekao Novu Godinu. Bio je upozoren, da je aerodrom pokriven maglom i da treba da se spusti na drugi aerodrom, daleko izvan grada. Pilot je pomislio: »Ako se spustim izvan grada, bit će mi potrebna dva sata da stignem do kuće — sigurno ću zakasniti«. I on je odlučio zaboraviti na vrijeme. Spustio se na aerodrom pokriven maglom i razbio aparat u komadiće.

Morao je Novu Godinu dočekati na stolu — na operacijskom stolu u bolnici, a ne za stolom. A što se tiče putnika, koji su mu povjerili svoje živote, oni nisu ni dočekali Novu Godinu.

Dvanaest ljudi platilo je glavom zato, što je jedan zaboravio na vrijeme.

Uostalom, čemu se tu ima čuditi?

Već se samo po sebi razumije, da pilot ne smije zaboraviti na vrijeme. Takva mu je dužnost. On mora stalno imati posla s oblacima i vjetrovima, s olujama i ciklonima.

Ali, pretpostavimo da vi niste pilot, nego artiljerac. Pred vama je cilj. Vi nanišanite top s najvećom mogućom točnošću. Odjekuje pucanj.

Ali što je to?

Granata je eksplodirala na trista metara od cilja.

Zašto ste promašili? Opet iz istog razloga. Zaboravili ste na vrijeme, na vjetar.

Reklo bi se, šta je za vašu granatu — vjetar? Ona probija zidove. Ona prestiže zvuk: najprije granata eksplodira, pa tek poslije stiže tutnjava pucnja. Eto, kakva je moć u vašim rukama.

Ali ste se odveć uzdali u svoju moć, a zaboravili ste izvršiti ispravak s obzirom na vjetar. I zbog toga je granata za trista metara podbacila cilj.

Vi ste inženjer, vi zidate dimnjak neke tvornice.

I reklo bi se, kako je jaka, solidna gradnja. Ali ako zaboravite na vjetar — dimnjak će zlo proći: srušit će ga prvi orkan.

Vi ste hidrotehničar, i podižete nasip. Nasip nije dimnjak; vjetar ga ne može srušiti. Sagrađen je od najčvršćeg materijala — od zemlje, od kamena, od betona.

Čini vam se — šta njemu može učiniti vrijeme?

I zamislite začas da ste, radeći proračune za nasip, zaboravili na vrijeme.

Uostalom, zašto bi zamišljali?

Ako potražimo u sjećanju, možemo naići na slučaj, kad je stvarno tako i bilo — ne s vama, nego s drugim inženjerom.

Prije pedeset ili šezdeset godina u Americi je voda provalila zemljani nasip kod grada Johnstowna. Divovski val, visok kao trokatnica, pojurio je dolinom brže od brzog vlaka. Odnosio je sve mostove, koji su mu bili na putu, rušio kuće. Naišao je na lokomotive na željezničkoj pruzi. Odnio ih je sa sobom, kao da to nisu bile lokomotive od dvadeset tona, već lagano iverje.

Eto, tada su ljudi osjetili, kako je moćna prirodna sila, a kako je još slab čovjek.

Poslije poplave stali su izračunavati štetu i ustanovljeno je, da je rijeka prouzročila pustošenja u iznosu od četiri milijuna dolara. Dolari su, uostalom, stvar, koja se može zaraditi. Ali eto, ljude, koji su se utopili u rijeci — dvije i po tisuće ljudi! — nije više mogla povratiti nikakva snaga.

Zašto se sve ovo dogodilo?

Zato, jer je inženjer, koji je podizao nasip, zaboravio na vrijeme, i vrijeme mu se osvetilo.

Inženjer nije procijenio, da jake i dugotrajne kiše mogu podići riječni nivo vode za mnogo metara iznad običnog vodostaja. On je napravio premalen otvor na nasipu. Voda, nadošla zbog kiše, nije mogla proći kroz takva vrata, preplavila je preko zida — preko nasipa.

Kad vrijeme nije raspoloženo

Na svakom koraku Njegovo Veličanstvo Vrijeme upozorava čovjeka, da mu je on još i sad podvrgnut, da zavisi od njegove milosti.

Njemu su na raspolaganju tisuće sluga, što jure po čitavom svijetu, ne vodeći računa o graničnim međama.

Kad je vrijeme dobro raspoloženo, ono izdašno nagrađuje čovjeka svojim darovima. Ono pravodobno napaja polja kišom; ono ne štedi ni svjetlost ni toplinu; ono šalje povoljan vjetar, da bi razapeo jedra na brodovima; ono rastjeruje maglu na aerodromima.

Ali teško čovjeku, ako je Njegovo Veličanstvo Vrijeme loše raspoloženo.

Ono šalje suše, da sprže nepožnjeveno klasje, i naređuje mrazu, da uništi plodove u vrtovima.

Ono naređuje mećavi, da zaustavi željeznički promet, i zadužuje led, da zapriječi put brodovima.

Ono odlaže putovanja na zračnim linijama i svakog proljeća čini neprohodnima kopnene putove.

Ono, kao neki zavojevač, nameće danak čitavim zemljama.

Utvrđeno je, da samo našu zemlju neprohodnost putova u proljeće staje dvije milijarde rubalja.

Prohtjevima i samovolji Vremena nema kraja.

Njemu je svejedno, čime će se zabavljati. Danas se igra s komadićem papira ili ptičjim percem, a sutra će s isto takvom revnošću dizati i bacati avion.

Ono može pažljivo otresti s jabuke zrele plodove. A može iščupati stogodišnji hrast s korijenom.

Njegova je snaga ogromna.

Bora[1] u Novorosijsku baca natovarene vagone s pristaništa u more.

Tropske oluje ruše čitave gradove do temelja.

[1] Bora — naročita vrsta sjevernog vjetra u Rusiji. — *Prev.*

Gololed[1] je na jugu naše domovine samo u toku zime godine 1922. oborio devet tisuća telegrafskih stupova, a polomio ih dvanaest tisuća.

U jednoj knjizi nalazi se fotografija: na visokom stablu, među granama leži velika željezna bačva. Kojim je čudom ona dospjela na stablo? Tko ju je tamo bacio? Tamo ju je bacila rijeka po nalogu Vremena. Rijeka je nadošla poslije jakih kiša, i, kao od šale, kao da je to čep, podigla praznu željeznu bačvu za nekoliko metara. To je samo smiješan trag nimalo smiješnog događaja. Voda se ovdje igrala i zabavljala svačim, na što je na svome putu naišla — i dijelovima kuća i posmrtnim ostacima ljudi, koji su u njoj našli svoju smrt.

Čudnovata je stvar to slijepo, besmisleno nasilje Vremena. Jednom je kod nas, na Dalekom Istoku, dva mjeseca neprekidno padala kiša. Poslije su stanovnici tih krajeva pričali, da se ni zemlja ni nebo nisu mogli vidjeti: i gore i dolje bila je voda. Na vrhovima šiljastih sopki[2] tiskali su se u gomilama pokisli, prozebli poljski štakori.

Na željezničkom nasipu, na mjestima, gdje voda još nije bila podrovala nasip, skupilo se toliko žaba, da se nije imalo gdje stati nogom. Koliko žabe vole vodu, pa je i njima bilo dozlogrdilo!

A voda je sve više nadolazila, preplavljujući gradove i sela. U gradu Zeja čamci su plovili iznad telegrafskih žica. U selu Novgorotka ljudi su se spasili samo na taj način, što su se uzverali na zvonik.

Vrijeme je moglo trijumfirati.

Ali su u pomoć utopljenicima već stizali čamci za spasavanje.

U Vorošilovsk-Usurijskom su brodovi i minonosači plovili po ulicama kao po širokim kanalima i skupljali ljude s krovova i zvonika . . .

---

[1] Gololed — led, koji se hvata u naslagama na raznim predmetima. — *Prev.*

[2] Sopka — ugašeni vulkan u obliku stošca, usamljeni brežuljci u stepama Dalekog Istoka. — *Prev.*

Puškin je u svoje vrijeme, u »Brončanom konjaniku«, opisao petrogradsku poplavu godine 1824.

O »Brončanom konjaniku« pisano je više puta. Ali ne znam, da li je itko ocijenio Puškinovu poemu sa stanovišta meteorologije i hidrologije.

Nad zamračenim je Petrogradom
Disao listopad jesenjom hladnoćom,
Pljuskajući šumnim valovima
Po rubovima ograde vitke.
Neva se bacakala, kao bolesnik
U postelji svojoj nemirnoj.
Već je bilo kasno i mračno;
Ljutito je udarala kiša u prozor,
I vjetar duvao, žalosno zavijajući . . .

U ovim pjesničkim recima nalazi se gotovo sve, što mora biti u meteorološkom izvještaju: temperatura, talozi, vjetar.

S točnošću učenjaka Puškin objašnjava, zašto je došlo do poplave:

Ali snagom vjetra od zaljeva
Potisnuta Neva
Vraćala se nazad, gnjevna, bučna
I plavila otoke.

Veliki pjesnik umio je vidjeti prirodu očima učenjaka. Ali ni za trenutak nije prestao biti pjesnik. I vrijeme i rijeka žive su osobe njegove poeme.

Poplava u poemi nije jednostavna poplava — to je sukob rijeke i vjetra, to je ustanak prirodne sile protiv čovjeka.

Opsada. Napad. Zlobni valovi
Kao lopovi ulaze kroz prozor, čamci
U kretanju stakla razbijaju krmom . . .

Da je Puškin pisao svoju poemu sto godina kasnije, on bi morao govoriti o brodovima, a ne o čamcima.

Za vrijeme poplave godine 1924., Neva je izbacila parobrod na obalu pred Zimskim dvorcem.

Mnogo se promijenilo za sto godina, ali se Neva podigla istim onim kamenim stepenicama obale i jurnula na grad kroz iste one željezne rešetke.

Sto godina kasnije obnovio se sukob rijeke i vjetra. I ponovo je rijeka zagospodarila ulicama grada.

Tisuće ruku brižljivo su slagale na ulicama Lenjingrada drvene kocke. A voda je za nekoliko sati odnijela sve kocke s njihovih mjesta i nabacala ih u gomile, kao dijete koje se igra kockicama.

Eto kako bjesni Vrijeme na zemlji.

Ali se ni pod zemljom od njega ne možeš sakriti. Reklo bi se, da tamo u dubini nema nikakva vremena. Ali je Vrijeme mnogo puta dokazalo, da mu je podređeno i podzemno carstvo.

Bilo je slučajeva, da su podzemne vode, razbjesnjevši se poslije pljuskova, prodirale u rudnička okna.

Voda je izbijala odasvud, preplavljujući hodnike i okna. Do pojasa u vodi, ljudi su se probijali kroz vodene zidove k dizalicama, k ljestvama. Voda ih je stizala, i oni su ginuli u tami, usred grmljavine od rušenja i huke bezbrojnih vodopada.

Tako se Vrijeme ponaša na kopnu. A na moru ono se nikako ne može ni obuzdati.

Dovoljno je da vjetar samo ubrza korak, pa da po moru već počnu juriti valovi. Vjetar leti sve brže; on u svom kretanju razbija u bijelu pjenu grebene valova. Pravilne redove valova zamjenjuju bregovi bez reda.

Približava se bura.

Valovi su sve veći. Oni, kao lopovi, pretresaju palubu broda; oni dopiru do kapetanskog mosta; oni nalaze kronometar i sekstant[1] i razbijaju ih u komadiće. Valovi kao da znaju, da brodu više ne će biti potrebne njegove pomorske sprave.

Brod se već ne vidi od vodenih kapi i pjene. Iz kaosa valova strše još samo jarboli i malo spuštena zastava — signal nesreće.

Bilo gdje bilo, ali na moru ne ćeš zaboraviti na vrijeme!

---

[1] Sprava za određivanje položaja broda po suncu. — *Prev.*

Koliko se puta dogodilo, da je o ishodu pomorske bitke odlučivala bura, a ne spretnost admirala.

Bura je u svoje vrijeme pomogla Englezima, da pobijede Nepobjedivu armadu — moćnu španjolsku flotu. A poslije nešto više od dva vijeka, bura je otela iz engleskih ruku francuske brodove, zarobljene kod Trafalgara.

Ima prilično knjiga o bitkama i ratovima, o događajima u povijesti svijeta.

Ali, ako bi netko htio pisati povijest bura, morao bi počasno mjesto dati čuvenoj Balaklavskoj buri, koja je bjesnjela u prošlom vijeku, za vrijeme opsade Sevastopolja. Bura je tada zahvatila linijske brodove sa sto topova i razbijala ih o stijene, kao da to nisu brodovi nego orasi. Čelični konopci za sidra kidali su se kao paučina. Otkinuti od sidra brodovi englesko-francuske flote bacani su po moru i nanosili jedan drugome udarce kao najljući neprijatelji.

U povijest ljudi umiješala se povijest prirodne sile i pobrkala sve račune.

Na ulazu u pristanište stršili su jarboli ruskih brodova. Ove brodove potopili su sami Rusi, kako bi zapriječili put k Sevastopolju.

Bura je podigla sa dna jedan od brodova i odnijela ga na pučinu.

Na njemu nije bilo ni kapetana, ni mornara, a on je jurio, kao da su njime upravljala nevidljiva stvorenja. On je plovio ravno — ne zazirući ni od podvodnog kamenja ni od stijena.

A šta se događalo na obali?

Oluja je pokidala šatore u logoru opsade i nosila ih po zemlji kao suho lišće.

Pokrivači, kabanice, bačve, daske, ljudi, konji, nošeni su i vučeni po zemlji. Moglo se pomisliti, da ih gigantska metla čisti napolje iz Balaklave.

Eto, što je bura! Za nju je i fregata[1] s tri jarbola isto što i lađica od papira. Pa i suvremeni linijski brod ne može uvijek izdržati njezin napad.

---

[1] Ratni brod na jedra (u XIX. stoljeću), naoružan s oko 60 topova. — *Ur.*

Godine 1929. u Biskajskom zaljevu bura je polomila rebra jednom linijskom brodu, otkinula mu pramčano nadgrađe i iskrivila nosače, na kojima se nalazila paluba. Linijski se brod vratio kući kao poslije izgubljene bitke. A to je ipak bilo u mirno doba!

Licem u lice

I tako oni stoje jedno prema drugom — čovjek i prirodna sila. On sićušan, ali razuman. A ona moćna, ali bez razuma.

Pa što čovjek treba da radi?

Da jednostavno bude promatrač pomamnih ispada Vremena? Da bude igračka u njegovim rukama?

Ne, on se bori protiv njega već mnogo tisuća godina, još od onog vremena, kad je postao čovjek.

Postoje razni načini borbe: može se napadati, a može se i braniti.

Nije u čovjekovoj moći da zaustavi oluju ili da kaže kiši: prestani!

Ali je u njegovoj moći da se skloni, sakrije od kiše i oluje. Krov nad glavom — to je štit od nevremena. Bunda i kapa to su šljem i oklop, koje mi oblačimo na sebe, polazeći u rat protiv mraza.

Kad je čovjek naučio graditi kuće i peći, on je pobijedio hladnoću i nevrijeme. To je bio velik uspjeh, ali se čovjek nije mogao tim zadovoljiti. On nije ostao da mirno sjedi pod krovom.

Kako kaže grčki pjesnik Hesiod: »Zla nužda gonila je čovjeka preko mora«.

Čovjek je počeo ploviti po valovima u kući koja plovi.

Ali borba protiv prirodnih sila na moru bijaše znatno teža nego na kopnu. Tu je trebalo riješiti nov zadatak: kako da se živi u kući, kad se ispod nogu ljulja pod, kad ispod poda nije tvrda zemlja, nego morska pučina.

U staroj Grčkoj lađari se nisu odlučivali da izlaze na pučinu u jesen i zimu.

Hesiod je savjetovao pomorcima:

»Ne čekaj vino mlado ni pljuskove jesenje,
Ni dolazak zime ni dah strašnog Nota.
On bijesno podiže valove i Zeusovom ih zasipa
Čestom jesenjom kišom i tegobnim čini more.«

Not — to je južni vjetar, koji u zimsko doba podiže oluju kraj grčkih obala.

Od Hesiodova vremena prošlo je mnogo godina. Sad su i brodovi postali drukčiji, i pomorci se bolje umiju boriti protiv oluje.

Čovjek je naučio u toku tisuća godina na kopnu i na moru biti u dobrim odnosima s vremenom, ili barem ne zapadati pod njegovu tešku ruku.

Njega bi moglo radovati, što već s manjim strahom gleda na nebo, što ga manje plaše oblaci i bure. Mogao bi se ponositi time, što ne mora nedjeljama ostati na morskoj obali u iščekivanju vremena. Današnji oceanski brodovi ne kreću na put onda, kad je to Vremenu po volji, nego onda, kada to čovjeku odgovara.

Ali, čovjek je nemirno biće. Njemu se ne sjedi na mjestu.

Iako još nije uspio pokoriti prirodnu silu na kopnu i na moru, on se već diže na nebo, koje je od iskona vladavina Vremena, u carstvo vjetrova i oblaka.

Tisuće godina on je živio na dnu zračnog oceana. On se kretao po dnu i gledao naviše. Vidio je, kako na nebu plove oblaci, kao da su jedra brodova, kako krstare i prolijeću u jatima ptice — te ribe zračnog oceana.

I eto, on se naučio otrgnuti od svoga dna, prijeći iz života bića, koje boravi na dnu — u život slobodnog stanovnika zračnog prostora.

I ponovo otpoče čovjekov dvoboj s Vremenom — sad ne više ni na kopnu ni na moru, nego u zraku.

Ovoga je puta borba bila teža nego prije. Vrijeme je bilo kod svoje kuće — gdje bi se vjetrovi i oblaci igrali, ako ne u prostoru zračnog oceana.

A čovjek se osjećao u zraku, kao riba izvađena iz vode: ukoliko se više udaljivao od svoga dna, utoliko mu je teže bilo disati, utoliko su slabije vidjele njegove oči. Na visini od pet kilometara već ne bi mogao jamčiti, da

je zora rumena, a da su dolje šume i polja zeleni. Sa svakom stotinom metara povećavale se glavobolja i gušenje. Sve je čovjeku pokazivalo, da idući naviše, ide protiv svoje prirode.

Sve je bilo drukčije nego na zemlji. Ovdje je čak bilo teško shvatiti, šta je gore, a šta dolje. Ono, što je bilo pod nogama, nije uvijek bilo dolje. Kad bi se avion nakrenuo kod naglog zaokreta, zemlja bi svaki čas izmicala ispod nogu i postajala okomit zid.

I eto tako, u neobičnim uvjetima, čovjek se morao sresti licem u lice sa svojim starim protivnikom — Vremenom.

Predočite sebi rvača, prisiljena da se bori na areni, koja se ljulja...

Dok je čovjek lutao po svom dnu, on je dobro vidio jaruge i uzbrdice na putu, preskakao je preko jaruga i obilazio uzbrdice. On se osjećao kao domaćin na svome dnu; i kad su mu jaruge i brežuljci veoma smetali, on ih je poravnavao i zalijevao glatkim asfaltom.

Ali eto, on se našao u zraku. I odmah je, na svoje veliko ogorčenje, otkrio, da kretanje po zraku ipak nije tako lako i jednostavno.

Zračni put mu je izgledao tako udoban i lak: ni jednog kamička, o koji bi se mogao slomiti točak; ni jednog drveta, koje bi trebalo obići. A tek tu se uvjerio, da su sve zemljine jaruge sitnica prema nebu. Zračna kola čas su propadala u nevidljive jame, čas uzlijetala naviše, baš kao da ih nešto snažno odozdo potiskuje. Na zemlji je bilo truckanja, na moru ljuljanja, a u zraku njihanja, koje je možda bilo još i gore.

Na čovjeka su za vrijeme letenja svakog časa vrebale neočekivane opasnosti.

Evo naprijed velikog bijelog oblaka, koji naliči na brdovit otok s okruglom kapom. On tako mirno ledbi na plavom nebu. Ali je bolje ne približavati se tom zračnom otoku. Pokraj njegovih se obala avion počinje tako drmusati, da se moraš dobro držati.

A ako pokušate proletjeti kroz ovu bijelu planinu, snaga će vjetra, prije negoli i pomislite, oštetiti avion.

Ovaj vjetar u oblaku ne duva onako, kao na zemlji — ni sprijeda, ni otraga, ni sa strane — već odozdo naviše, kao vodoskok. Pošto se ugrije na toploj zemlji, kao na dnu posude, zrak u ogromnim toplim klobucima leti naviše. I svaki takav klobuk podiže avion uvis, kao mrvicu u juhi. Nije baš tako ugodno, kad čovjek upadne u tu juhu, kao kokoš u šči.[1]

Osim toga čovjek, koji leti po nebu, nema posla samo sa zrakom, nego i s vodom.

Avion leti, na primjer, u kompaktnim oblacima, kroz tamu vodenih kapi. Obična vodena kap nije nimalo opasna za avion. Ali ima takvih preohlađenih kapi, koje se od samog dodira pretvaraju u led. Udarajući u avion, one se razlivaju po njegovu propeleru, po krilima i pretvaraju se u ledenu koru.

Avion počinje podrhtavati od male jeze, kao da osjeća opasnost.

Koliko je trebalo znanja i vještine, da se izradi avion — da se proračuna snaga njegova motora, proračuna i nacrta oblik krila, da se odredi širina peraja na propeleru. A vrijeme, pak, na svoj način, bez ikakva smisla, počinje preinačivati avion: mijenja oblik krila, povećava težinu aviona, otežava peraje na propeleru, tako da motor nema više snage da ih pokreće.

Još malo pa će led svojom težinom polomiti aparat i povući ga na dno, kao kamen, obješen o vrat plivaču.

Tako je čovjek, vinuvši se u zrak, stvorio nove opasnosti za sebe.

Ali se čovjek nije bojao opasnosti, već se borio protiv njih i svladavao ih.

Kako su neizdržljivi, neokretni, lomljivi bili prvi avioni! I kako su loše poznavali zračni ocean prvi zrakoplovci!

Prije četvrt stoljeća usuđivali su se letjeti samo najsmjeliji ljudi. A sada mi ne smatramo da smo heroji, kad uzimamo kartu na blagajni za putnički avion, koji kreće na redovit put.

Borbena fronta protiv prirodne sile postaje sve veća.

---

[1] Šči — juha od kupusa, rusko narodno jelo. — *Prev.*

I borba se sve više rasplamsala.

Ljudi moraju računati ne samo sa svojim mjesnim vremenom, nego i s onim, što se događa u prirodi preko brda i dolina, preko mora, daleko od njihova rodnog mjesta.

Negdje u Atlantskom oceanu voda postaje toplija u Golfskoj struji. I to ima utjecaja na stanje leda u Arktiku i na plovidbu konvoja, koji saobraćaju putovima Sjevernog mora.

Mora se računati ne samo s ovim vremenom, koje je sada, nego i s onim, koje je bilo prošle godine.

Nekad stanovnici po ravnicama nisu morali voditi računa o tome, da li je u toku godine u planinama palo malo snijega. Šta se njih ticao taj lanjski snijeg!

A sada stanovnici ravnica znadu, da je prošlogodišnji snijeg današnja voda. A današnja voda — to je sutrašnje žito, koje će roditi na natopljenim poljima. Voda — to je energija, to je svjetlost u noći, to je tramvaj, trolejbus, to su električne željeznice, to su elektromotori u tvornicama.

Čovjek odavno i uspješno ratuje protiv prirodnih sila. On već manje osjeća njihovu vlast nad sobom. Ali on mora sve više voditi računa o njima, boreći se protiv njih na kopnu i na moru, i u zraku i pod vodom.

Obrana i napad

Mi slamom pokrivamo gredice s krastavcima, a u vrtovima palimo vatre, da bi dimom zaštitili jabuke od mrazova. Mi spasavamo polja od suše šumskim zaštitnim pojasevima. Na rubovima šuma podižemo zaklone od snažnog, visokog lisnatog drveća, da bi ono od vjetra štitilo svoju crnogoričnu braću. Mi podižemo brane, da bismo od poplava zaštitili naše gradove i sela.

Mi ne možemo zabraniti vijavici, da nosi snijeg preko stepa. Ali možemo ograditi željezničku prugu drvenim štitovima, da bismo sačuvali put od snježnih smetova.

Podmetnuti štit pod udarac jedan je od načina, da se izbjegnu opasnosti. Ali postoji i drugi — izbjeći borbu.

Kad nam Njegovo Veličanstvo Vrijeme odlaže letenje, mi se pokorno podvrgavamo njegovoj naredbi. Ostajemo na zemlji i čak, za svaki slučaj, sklanjamo avione u hangar, da ih ne bi oštetio vjetar.

Umjesto da se borimo protiv oluje na moru, mi često ostajemo u sigurnom pristaništu i čekamo bolje vrijeme.

A tek tropski ciklon ili vodeni stup! Najiskusniji pomorci dadu se u bijeg pri susretu s njima.

Ako brod ima jak stroj i veliku brzinu kretanja, on se može ukloniti i od tropskog ciklona i od vodenog stupa.

A koliko je tek strašan vodeni stup za jedrenjake!

Pomorci s užasom gledaju, kako se iz niskog oblaka pruža prema moru duga tamna ruka. Još ta ruka nije ni dodirnula more, a ususret joj se već diže stup vode: kao da su nebo i zemlja pružili jedno drugom ruke, sklapajući savez protiv čovjeka.

Kovitlajući se, stup se kreće po moru.

On je sve bliže i bliže brodu. Treba bježati od njega, bježati što je moguće prije. Jer ako on stigne, ne će biti poštede. On sve usisava, sve uvlači u se. Čak i ribe trga iz mora. I ribe padaju s neba!

Treba bježati od vodenog stupa, dok nije kasno. Ali je oko njega mirno. Ni vjetrića. Uzaludni su kormilarovi napori: brod se ne pokorava kormilu. Razapeta su sva jedra. Ali se ni pod jedrima brod ne miče s mjesta.

Da li će vodeni stup mimoići brod, ili će se sručiti na njega.

Koliko se puta desilo, da je vodeni stup donio smrt brodu.

Pobjeći, otići, skloniti se!

Čovjeku ne ostaje ništa drugo, kad ima posla s takvim protivnikom.

A zaleđivanje! Kako se boriti protiv njega?

Pilot ima zaštitu protiv leda.

On otvara slavinu protuzaleđivača, i na peraje propelera počinje teći mlaz čudne tekućine, koja oslobađa propeler od leda.

Pilot uključuje pumpu i ona počinje potiskivati zrak kroz gumirane vodove, koji se nalaze na krilima, na repu i trupu aviona. Vodovi pulsiraju i lome ledenu koru.

Ali to uvijek ne pomaže, ako se led na avionu stvara veoma brzo.

Pa šta da se radi?

I tu ostaje samo jedno: umaći.

Treba se što prije dići naviše, izići iz oblačnog pojasa na sunce, da ono, kao neki dobar čarobnjak, ponovo pretvori led u vodu.

Svaki čas je dragocjen.

Pun gas!

I evo, sunčane su zrake konačno prodrle kroz zaleđena stakla kabine.

Oblaci su ostali dolje. Avion je još pokriven bijelim pokrovom. Ali je već spasen. Sunce skida s njega pokrov — led se opet pretvara u vodu.

Kako često pilot mora izbjeći borbu protiv Vremena!

Pri susretu s nepogodama i olujama on im se uljudno sklanja s puta i trudi se da ih zaobiđe za mnogo kilometara.

Ali i za to on treba poznavati običaje i navike oluja, treba poznavati putove, kojima se one kreću.

Kad noću zec ili poljski štakor bježi ispred automobila, ne pada mu na pamet da skrene ustranu. On kao začaran juri naprijed po putu, osvijetljenu farovima, sve dok ne sustane.

A čovjek se mirno sklanja ustranu: on zna, da auto ne će skrenuti za njim, nego će proći svojim putem.

Kakav li put ima oluja?

Ima li ona kakav određeni pravac kretanja, postoji li zakon, koji njome upravlja?

Puškin je u svoje vrijeme pisao, da »vjetar, i orao i djevojačko srce nemaju zakona.«

Mi kažemo: »Slobodan kao vjetar«.

No je li tako? Da li je stvarno Vrijeme car-samodržac, koji se ničemu ne pokorava?

Ne, sve je na svijetu podređeno nepromjenljivim zakonima prirode.

Moraju postojati zakoni i za takvog bezakonika, kao što je Vrijeme.

Mi moramo poznavati te zakone, da bismo našli sud protiv Vremena, da nam oluje ne bi potapale brodove, da poplave ne bi razarale naše gradove, da suša ne bi spaljivala našu ljetinu.

I za nas je najvažnije da znamo, ima li kakva reda u onome, što nam ponekad izgleda kao najveći nered.

Kako će se voda i zrak ponašati sutra, prekosutra, za mjesec dana, za tri mjeseca?

Znati i predvidjeti — bez toga se ne može.

Treba znati, da bi se moglo predvidjeti.

A predvidjeti, da bi se odbili udarci.

Udarci, pak, padaju na čovjeka sve češće, ukoliko on smjelije krči sebi put u carstvo prirodne sile.

I treba ne samo odbijati, već i zadavati udarce.

Čovjek je malen i slab, kad je sam.

Ali, kad milijuni ljudi rade zajednički, oni zajedno čine snagu, koja mijenja svijet.

Svake godine ljudi prevrnu plugom 3.000 kubnih kilometara zemlje. To je planina, visoka kao Elbrus[1]. A sve rijeke na svijetu, radeći neumorno dan i noć, ne odnose u more više od petnaest kubnih kilometara zemlje. Rad ljudi je dvjesta puta veći od rada rijeka.

Snaga svih motora, koji pomažu čovjeku, već je dostigla broj od dvije milijarde konjskih snaga. A snaga vjetra na cijeloj zemlji samo je tri puta veća.

Svake godine čovjek spali u svojim pećima milijardu i po tona ugljena, pretvarajući ga u ugljični dioksid.

Ako bi sav taj ugljični dioksid ostajao u zraku, njegova bi se količina udvostručila za pet stotina godina, a možda i prije. To bi učinilo, da zračni omotač zemlje bude u mnogo manjoj mjeri proziran za toplinske zrake, nego što je sada. Zemlja bi oslobađala manje količine topline. Njezina bi klima postala toplija za čitava četiri stupnja. Snjegovi bi se povukli visoko u planine. Bijele kape polova počele bi se na rubovima brzo topiti.

[1] Elbrus — najviši vrh Kavkaza (5.629 m). — *Prev.*

Ali ne ostaje sav ugljični dioksid u zraku. Biljno lišće uzimat će iz uzduha ugljični dioksid — znači, zelena će odjeća zemlje postati raskošnija, bogatija. Ugljični dioksid će upijati voda. A zbog toga će se brže vršiti rastapanje i raspadanje vapnenca, više će vapna dospjeti u more, bogatiji će postati život podvodnog svijeta, više će se taloga taložiti na oceanskom dnu.

Eto, kakve promjene u prirodi može izazvati čovjekov rad!

Čovjek je postao kozmička sila.

On već upravlja životom rijeka, gradeći brane, kanale, rezervoare za vodu.

On već po planu mijenja zemljin lik.

On je već toliko dorastao, da može i napadati, a ne samo braniti se pri susretu s nepogodama, maglama, olujama. Nije više daleko dan, kad će on po svojoj volji rastjerivati maglu i izazivati kišu za vrijeme suša.

Ali za napad, kao i za obranu, mora se poznavati neprijatelj, treba poznavati zakone, koji upravljaju životom vode i zraka na zemlji.

Pa šta je vrijeme? Šta je orkan, oluja, bura?

Tko su ti bijesni i svojeglavi heroji ove knjige?

DRUGO POGLAVLJE

O NEVIDLJIVOM

Nevidljivi

Postoji na zemlji Nevidljivi. Svakome se dešavalo da ima s njim posla. Vi ga ne vidite, ali znate, da je on tu, osjećate njegovu prisutnost osjetilom sluha, pipanja.

Eto, zalupio je vratima na sobi, otvorio širom prozor, u kretanju zakvačio grančice žbunja.

Idete ulicom i osjećate, da je on iza vas, da vas gura u leđa. On se ne odnosi prema vama naročito uljudno — skida vam kapu s glave i natjeruje vas, da jurite za njom na opći smijeh prolaznika. Kada se, pak, dogodi, da vam ide ususret, ne uklanja vam se s puta, baca vam u oči pregršti prašine.

Ako vidite, da se mrtvi predmeti najednom pomiču sa svojih mjesta i počinju se kretati, možete biti potpuno sigurni, da ih nosi Nevidljivi.

Njega vi ne vidite, ali jasno vidite, kako na njegovu putu polegne klasje u polju, ugne se trava.

Ljudima nije bilo lako shvatiti, šta je taj Nevidljivi.

Ali, ukoliko su više imali s njim dodira, utoliko su bolje upoznavali njegove običaje i navike.

Još prije nego što su saznali, tko je on, oni su ga natjerali, da radi. On je tumarao bez cilja — dizao je prašinu po putovima i valove na moru. A oni su mu naredili, da kreće brodove, da prenosi morem ljude i terete. Poslije

su oni i na kopnu našli posao za njega. Kad već umije razapinjati jedra, neka se bavi tim korisnim poslom i na kopnu.

Ljudi su napravili vjetrenjaču. Jarbol s trouglastim jedrom pretvorili su u krilo i natjerali Nevidljivoga, da okreće ta jedra-krila.

Jedrenjak je dobio rođenu sestru na kopnu — vjetrenjaču.

Nevidljivi se pokorno prihvati meljave žita.

Ljudi su radili. I Nevidljivi je radio zajedno s njima.

Oni su raspirivali vatru u kovačnicama, i Nevidljivi je poslušno duvao u vatru, kad su oni pritiskivali mjehove.

Nevidljivi je postajao sve pitomiji. Njemu se moglo zapovjediti, on je kao sluga obavljao svekolike domaće poslove.

Istina, on je bio sluga dvaju gospodara. Danas bi, slušajući čovjeka, nosio na valovima teški brod. A sutra, podvrgavajući se vremenu, isti bi taj brod prevrnuo naglavce.

Pomorci su govorili, da Nevidljivi nije jedinac, nego ih je četvero braće.

Oni borave na kraju zemlje, u velikoj pećini. Ulaz u pećinu je zatvoren teškim kamenom. Kada gospodar Nevidljivi hoće, da ih pusti na slobodu, on pokrene kamen ustranu.

Nevidljivi izlijeću iz pećine i počinju bjesnjeti. Nije ih tada lako uhvatiti i ponovo utjerati u pećinu.

Ovu priču pričali su pomorci na svim morima, zato što su svugdje bili primorani da imaju posla s nevidljivima — s vjetrovima.

Polinežani su zvali gospodara vjetrova Maui, Indusi — Geoh, a Grci — Eol.

Mnogo prije pojave sadašnje nauke o vremenu, pomorci su već znali, da na svijetu ne postoji samo jedan vjetar, već da je vjetrova mnogo.

Postoji vjetar, koji duva sa sjevera. Grci su ga nazvali — Borej. Drugi duva s juga. Njega su nazvali — Not. Ime zapadnog vjetra bilo je — Zefir, a ime istočnog — Euros.

A gdje se pojavilo ime, tamo već postoji i nekakvo znanje.

Na pirovima kod vođa pjevači su pjevali pjesmu o buri, koja je raspršila Odisejeve brodove:

Tko će izbjeći sigurno gušenje, ako u mraku
Najednom s neočekivanom olujom na crno more dojuri
Not ili Zefir bezmjerno brzi. Od njih najviše
U bezdanu morskom usprkos bogovima brodovi ginu...

Povjesničarima je teško bilo u ovoj pjesmi odvojiti istinu od izmišljotine. Ali im je iznenada pritekao u pomoć meteorolog.

Proučavanja Odiseje latio se u naše doba meteorolog B. P. Muljtanovski. To je bio izvanredan čovjek. On je bio neumoran putnik i u prošlost i u budućnost. On je pronašao način predskazivanja vremena za mnogo dana i nedjelja unaprijed, i njega je zanimalo da sazna, s kakvim su vremenom imali posla Ahejci kod Troje i ruski trgovci na putu od Varjaga do Grka.

Muljtanovski je zabilježio strelicama na karti Sredozemnog mora pravce vjetrova, o kojima se govori u Odiseji. I odmah je otkrivena smjena vjetrova. Karta je dokazala, da je najprije duvao sjeverni vjetar, zatim istočni i južni i napokon — zapadni.

Upravo takva smjena vjetrova — po pravcu kretanja kazaljke na satu — dešava se uvijek u južnom dijelu ciklona, koji ide sa zapada na istok.

Gigantska oluja projurila je nekada preko Sredozemnog mora — projurila i iščezla. Vjetar treba tražiti ili u polju — ili na moru. A ovaj vjetar nije projurio jučer nego prije tri tisuće godina.

I eto, meteorolog nalazi tragove toga vjetra u prastaroj pjesmi. I pokazalo se, da je pjesma točna kao najnovija meteorološka karta.

Pjesma je sačuvala za nas iskustvo pomoraca, kojih već odavno nema na svijetu...

Svuda, u svim vremenima i u svim zemljama ljudi su osluškivali vjetar, zagledali u oblake.

Pred njihovim očima bila je nebeska knjiga, a oni je još nisu umjeli čitati. Trudili su se da pogode smisao ne-

razumljivih i stalno promjenljivih znakova. Ponekad im je uspijevalo nešto shvatiti, ali su ih nagađanja češće odvodila daleko od istine.

Negdje na Kamčatki ljudi su ugledali snježne valove, koje je nanijela oluja. Svakome je bilo jasno, da se trag sam od sebe ne pojavljuje. Trag ostaje, kad netko ili nešto prođe. A kakav li je tek div napravio ove duge snježne brazde?

I stanovnici Kamčatke počeli su nagađati. To mora da je nebeski bog prošao na ogromnim saonicama. Svejedno što nitko nije vidio tog boga — a zar se po takvoj vijavici i može šta vidjeti! A ipak je trag od salinaca ostao!

Priče o olujama i vjetrovima rađale su se svuda — u svim dijelovima zemlje, zato što je na cijeloj zemlji gospodarilo Vrijeme. I ljudi su svuda osjećali njegovu, njima još nepoznatu, ali često ubojitu vlast.

Ali vjekovi su prolazili. Ljudi su i na kopnu i na moru sve bolje upoznavali, šta je vrijeme.

Pomorci još nisu imali sprave za proučavanje vremena. I oni su bez sprava — mišicama svojih ruku — ispitivali snagu vjetra, birajući konopce, i od oka procjenjivali, da li vjetar dobro nadima jedro.

Mnogo prije pojave prvih meteoroloških stanica lepršale su se zastavice na brodskim jarbolima. A u primorskim gradovima okretali su se na tornjevima vjetrokazi. Ljudi su gledali odozdo na zastavicu, na vjetrokaz, ili naprosto na dim, koji se dizao iz dimnjaka, i saznavali, ima li vjetra i odakle duva.

Ali, vrijeme nije prisiljavalo samo pomorce, da misle na njega. I zemljoradnicima je ono također zadavalo mnogo briga.

Zemljoradnici su morali znati, kad mogu početi s kosidbom sijena, kad otpočeti žetvu.

Zlo je, kad žito u polju zadese mrazovi, ili kad sijeno kisne i crni pod pljuskovima, umjesto da se suši.

Pjesnik i zemljoradnik Hesiod, koji je živio u Grčkoj između 8. i 9. vijeka prije naše ere, savjetovao je svoje seljake, da počinju žetvu, čim se nad horizontom pokažu Vlašići, a da se oranja prihvate, kad oni počinju zalaziti.

Kada, pak, na nebu zagraje ždralovi, znači da se približuje zima. Uskoro će i Borej nebom pronijeti oblake iz Trakije. Radi tako, da te zima ne iznenadi.

I ove pouke Hesiod je završavao riječima: »Takav je zakon za polja«.

Dakle, ljudi su i tada već znali, da postoji zakon za polja, da postoji zakon za zimu i proljeće, za toplinu i hladnoću.

Oni nisu imali termometar ni barometar, ali su imali dobre oči. Oni su umjeli vidjeti prirodne sprave, koje je stvorila sama priroda. Ždralovi, koji odlaze, govorili su im, da odlazi i toplina. Puž je upozoravao na približavanje žege. Kad se on, noseći na sebi svoju kućicu, penjao sa zemlje na drvo, da bi se sakrio u sjeni, to je značilo: bit će žege. Ljudi su umjeli osluškivati i zagledati prirodu.

I u njihovim su pjesmama kroz izmišljeno izbijali prvi začeci nauke o vremenu, o kišama i olujama, o Nevidljivom — vjetru.

Nevidljivi je često ustajao protiv čovjeka. Pa ipak, čovjek ga je i dalje smatrao svojim slugom.

Stare su predaje govorile, da Nevidljivi boravi negdje daleko u pećini.

Ali su ljudi već dobro osjećali, da je on uvijek tu, pored njih. Oni su zagledali u prazan vrč i mislili: a nije li i tu Nevidljivi? Možda ovaj vrč samo izgleda prazan?

Ako se vrč prevrne i naglo zaroni u vodu, voda ne će odmah ući u njega. Ona mora najprije nešto istjerati. I ovo »nešto« izići će iz vrča u mjehurićima.

Znači, u vrču je onaj isti Nevidljivi. On se zavlači svuda, gdje postoji makar i najmanje prazno mjestašce. On je oko nas, on je u nama. Kada dišemo, mi ga uvlačimo u sebe. Njime možemo naduti goveđi mjehur. On ulazi kroz cijev u žitku staklenu masu, kada duvač stakla pravi čašu.

Ovakve su misli najčešće padale na pamet zanatlijama i trgovcima — pomorcima, kovačima, mlinarima, lončarima, staklarima.

Najpametniji i najhrabriji od njih nisu više pitali, tko je vrijeme, tko su oceani, voda, zemlja, uzduh.

Oni su pitali, šta je voda, šta je zemlja, šta je uzduh. Ovi prvi fizičari dosjećali su se, da Nevidljivi nije nevidljivo biće, nego nevidljiva tvar.

»Vjetrovi nastaju, kad se zgusnuti uzduh zbog udarca pokrene«.

Tako je učio u 6. vijeku prije naše ere miletski filozof Anaksimen.

Anaksimen je pratio Nevidljivoga i nastojao shvatiti njegove običaje i navike. On je vidio, kako se na vedrom nebu odjednom pojavljuju oblaci, kako iz oblaka počinje padati kiša.

I on je govorio svojim učenicima:

»Ako se, pak, uzduh još u većoj količini skupi i još više zgusne, onda nastaju oblaci, i na taj način uzduh prelazi u vodu. Grâd se, pak, stvara, kad se smrzne voda, koja pada dolje iz oblaka, a snijeg — kad se smrznu sami oblaci, bogati vodom.

Munje nastaju, kad se snagom vjetra razdvajaju oblaci. Jer kad se ovi razilaze, pojavljuje se jak vatreni bljesak. Duga, pak, nastaje, kad sunčane zrake padaju na zgusnuti uzduh«.

Nisu svi tako mislili kao Anaksimen.

Tri vijeka poslije njega drugi čuveni grčki filozof Aristotel (god. 384.—322. prije naše ere), napisao je prvu na svijetu knjigu o vremenu. Ona se zvala »Meteorologija«. Nauka o vremenu se rodila i dobila ime koje nosi i danas.

U toj knjizi je čitavo poglavlje bilo posvećeno vjetrovima, vihorima, orkanima.

Ali, Aristotel se nije slagao s Anaksimenom. Njemu je izgledalo, da je netočna misao, da vjetar nastaje onda, kad se uzduh pokrene od udarca.

Aristotel je smatrao, da je uzduh — dim, koji isparava zemlja. Sjeverne zemlje isparavaju hladan uzduh; kad se on nagomila, duva sjeverni vjetar. A južni vjetar — to je vreli dah zemalja, koje leže na jugu.

O Nevidljivome su vođene rasprave, o Nevidljivome su pisane knjige. A on je i dalje činio svoje: gonio oblake po nebu, donosio hladnoću sa sjevera i toplinu s juga.

Jesenje kiše zamjenjivale su sušno ljeto.

Na vrhovima planina taložio se snijeg, doline se prekrivale maglom.

Kako nastaje magla i kuda ona iščezava? Kako se rađaju oblaci na nebu, i odakle dolaze mlazovi vode, koja pada s neba?

Zašto je na sjeveru hladno, a na jugu toplo? Zašto u Skitiji pada snijeg, a u Libiji ga nikad nisu vidjeli?

Vrijeme je zadavalo ljudima zagonetke.

Ono kao da se krilo od njih. Nisu uzalud filozofi govorili, »priroda se voli kriti«.

Ne samo uzduh — Nevidljivi, nego i voda je neprestano izmicala čovječjem pogledu ili mijenjala svoje stanje, postajući nepoznata.

Tisuće godina prošle su ljudima samo u tome, da sagledaju kako treba, s čime imaju posla za vrijeme kiše i oluje, za vrijeme ljetne žege i zimske hladnoće.

Zagonetke, koje su ljudi odgonetali tisućama godina

Zagonetku o tome, zašto je na sjeveru hladno, a na jugu toplo, ljudi su počeli odgonetati već veoma davno.

Lutajući po svijetu, zapazili su grčki trgovci i moreplovci, da je na sjeveru sunce niže nego na jugu.

U Libiji se ono nalazi u zimsko doba u podne gotovo iznad same glave. A u Skitiji ni za vrijeme ljeta ono se ne diže tako visoko.

Dakle, i za prirodne sile postoje granice.

Afrička žega vlada na svom tlu u Africi. A na sjever, u Skitiju, ulaz joj je zabranjen.

Uspravne sunčane zrake pale travu u Libijskoj pustinji, a kose ne mogu u Skitiji čak ni snijeg otopiti.

I Grci su zaključili: sve zavisi od nagiba sunčanih zraka.

Tako se rodilo učenje o klimi.

Klima je grčka riječ i znači — »nagib«.

U toj riječi kao da je već bio ključ za odgonetku.

3*

Ali zagonetka nije bila samo pod jednim ključem. Grci su pravilno shvatili, da nagib sunčanih zraka određuje granice za vrijeme: vremenu je teško koraknuti iz tropskih predjela za polarni krug.

Ali, ne radi se samo o nagibu zraka.

Da bi se zagonetka do kraja odgonetnula nije bio dovoljan jedan ključ.

No drugi ključ nisu našli tako brzo — tek poslije dvije tisuće godina. Eto, koliko je bio težak zadatak o klimi.

Još teži je bio drugi zadatak — o vodi.

Ploveći rijekama i morem, ljudi su saznali, da se rijeke ulijevaju u more, a iz mora su otvorena vrata u ocean.

Prolazi godina za godinom, vijek za vijekom. Stvaraju se i propadaju države. A voda neumorno juri riječnim koritima, težeći k oceanu. Zašto se onda ocean ne prepuni? I zašto rijeke ne presuše?

Jedni su govorili, da je to čudo, koje se ne može objasniti, i time su se zadovoljavali.

A drugi su počeli razmišljati.

Da se ocean ne bi prepunio, on mora nekome davati vodu. A da rijeke ne bi presušile, one moraju odnekud uzimati vodu.

Zar nije najjednostavnije pretpostaviti, da rijeke uzimaju vodu od oceana, i to točno onoliko, koliko mu same daju.

Dobio se kružni put:

rijeka — ocean — rijeka

Prvu polovinu puta ljudi su ispitali za vrijeme svojih plovidbi.

Ali, kako voda dospijeva iz oceana nazad u rijeku, to nitko nije vidio.

A upravo je to trebalo razumjeti.

Ljudi su katkad uspijevali doći uz rijeku do sama njezina izvora.

Oni su vidjeli, kako rijeka izvire iz zemlje. Negdje na padini brijega izbija šuman, bistar izvor. Hladna izvorska voda teče najprije kao mali potočić, a zatim se susreće s drugim isto takvim potočićima. I novorođena rijeka postaje sve šira, sve bogatija vodom.

Dakle, voda dospijeva u rijeku iz zemlje.

Sad kružni put izgleda ovako:

zemlja — izvor — rijeka — ocean — zemlja

Preostalo je samo da se pronađe, kako to voda dospijeva iz oceana u zemlju i kako ispod zemlje stiže do izvora.

To su bile posljednje karike u lancu. Ali se pokazalo, da je njih bilo najteže pronaći.

Mnogi su u to doba smatrali, da se zemlja ljulja na površini oceana kao ogromna splav ili brod. Naučili su tako misliti još od vremena filozofa Talesa, koji je bio Anaksimenov učitelj.

I zaključili su, da voda prodire u zemlju odozdo iz oceana, kao u probušeno brodsko dno.

To kao da je bilo najjednostavnije objašnjenje.

Ali najjednostavnije objašnjenje ponekad izgleda najkompliciranije. Namjesto jedne stare zagonetke, pojaviše se dvije nove.

Prva zagonetka: u oceanu je voda slana, a u rijekama — slatka. Kako to da slana voda postaje slatka na putu iz oceana u rijeku.

Druga zagonetka: voda uvijek teče odozgo naniže — s planine i brda. Kako se onda ona ispod zemlje penje na brda i planine.

Učenjaci su lupali glavu pokušavajući odgonetnuti te nove zagonetke.

Na prvu su odgovorili ovako: slana se voda, prolazeći kroz zemlju, cijedi. So ostaje pod zemljom, a voda postaje slatka.

A drugu zagonetku odgonetali su različito. Jedni su govorili, da to vjetar u planinama crpe vodu ispod zemlje. Drugi su dokazivali, da same planine svojom težinom potiskuju vodu, i da se ona penje naviše kroz pukotine.

A bilo je i takvih, koji su na obje zagonetke davali jednu odgonetku: voda iz oceana dospijeva u velike podzemne pećine. Tu se pretvara u paru. Ta para diže se k visokim svodovima pećine, a so ostaje dolje. Pošto dođe do svodova, para se ponovo pretvara u vodu, a voda probija na površinu.

Eto, koliko su oštroumnih pretpostavki ljudi morali nagomilati, da bi platili za jedno odveć jednostavno rješenje zadatka.

I Aristotel je o svemu tome mnogo razmišljao. On je već znao, da su oblaci, i snijeg, i rosa, i grȃd sve samo različiti oblici jedne te iste vode. Ona neprestano mijenja svoje stanje, a događa se i da postaje nevidljiva, kao uzduh.

Sunčane zrake podižu je visoko iznad zemlje, a hladnoća je prisiljava, da se zgusne i pada na zemlju u obliku kiše.

Aristotel je zapazio, da se kišnica sliva potocima u rijeke, ili, upijajući se u zemlju, izbije potom na slobodu kroz izvore.

I njemu je padalo na pamet novo rješenje stare zagonetke: osim puta pod zemljom i po zemlji, voda može imati i treći put — put nad zemljom.

Aristotel je naišao na trag. Išao je tragovima vode, tražeći njezin put. I zapazio je, da taj put ne prolazi samo ispod naših nogu, nego i iznad glave — tamo, gdje po nebu plove oblaci.

Još malo i lanac bi se zatvorio:

ocean — oblaci — kiša — zemlja — rijeka — ocean

Čitav veliki kružni tok vode već je bio pred Aristotelovim očima.

Ali on sam nije povjerovao u svoje otkriće — i pobio je svoje vlastito učenje.

On je zaključio, da kišnice ne bi bilo dovoljno za napajanje svih rijeka na svijetu.

Umjesto da gleda naviše i da tamo traži put vode, on je ponovo počeo razmišljati sve o onim istim podzemnim pećinama.

Pošto je izgubio trag, Aristotel se više nije približavao rješenju zagonetke, nego se od njega udaljavao. On je zajedno s kišom i oblacima izbacivao iz lanca i prvu kariku — ocean.

Možda, mislio je on, voda u ove pećine ne dolazi iz oceana, nego se stvara tamo na mjestu i postaje od podzemnog uzduha ili od same zemlje . . .

Prolazili su vjekovi, a stara je zagonetka još uvijek ostajala neodgonetnuta.

Nije ju ni bilo lako odgonetnuti.

Jer je voda stalno izmicala ispred očiju. Čas se pretvarala u nevidljivu paru, čas se, jedva uspijevajući da ponovo postane vidljiva, sakrivala pod zemlju.

Eto, pokušajte shvatiti zagonetku: kad je voda vidljiva, mi je ne vidimo, a postaje nevidljiva tamo, gdje bi je mogli ugledati.

Vodu prisiljavaju da radi

Ali ljudi nisu samo proučavali vodu i istraživali njezine putove. Oni su je hvatali, postavljali joj klopke i zamke i, pošto bi je ukrotili, prisiljavali je, da radi.

S vodom je bilo jednostavnije raditi, nego s vjetrom. Vjetar je uvijek nevidljiv, a ona samo ponekad. Nju je bilo lakše prelijevati, crpsti. Ona se mogla zaustaviti branama, provoditi kanalima. Njezina se dubina mogla izmjeriti.

U Egiptu su ljudi u svemu zavisili od Nila. Kad je vode bilo malo, u zemlji je bila glad. Kad je vode bilo previše, poplava je rušila gradove i sela.

Da bi obuzdali prirodnu silu, ljudi su gradili brane i nasipe. Svake godine, kad se Nil izlivao, zarobljavali su ga i nisu ga puštali u more, sve dok ne bi dao poljima i vodu i dragocjeni mulj, donesen izdaleka. Riječno korito bilo je najkraći put do mora, a voda je morala proći trideset tisuća kilometara kroz bezbrojne jarke i kanale. Gdje voda nije htjela sama teći, nju su dizali nasilno pomoću »šadufa« — dolapa, kakve i danas možemo vidjeti u našim selima.

Ljudi su se uporno borili protiv rijeke. I u toj borbi sve bolje upoznavali njezinu ćud, učili se da unaprijed pogode njezino ponašanje.

Na Nil su pazili, s njega nisu skidali očiju.

Za običnog zemljoradnika izljev Nila bijaše neobjašnjivo čudo, za koje je trebalo moliti svake godine. Ali su svećenici već znali, da će se Nil razliti, kad za to nastupi vrijeme, pa su umjeli taj rok i proreći.

Oni su mjerili nivo vode u rijeci.

Do današnjeg dana u Egiptu su sačuvane drevne sprave za mjerenje vodostaja — nilomjeri.

Na jednom mjestu k rijeci se spuštaju kamene stepenice, usječene u stijeni. Na zidu su crtice, zarezi, koji pokazuju, do koje je visine dolazila voda.

Na drugom je mjestu napravljen bunar, od koga k Nilu vodi podzemni hodnik. Voda je ulazila u bunar i njezin je nivo obilježen crtom.

Promatrajući nilomjere negdje izvan granica Egipta, moglo se proreći, da li će se visoko podići voda u donjem toku i samom Egiptu.

O skorom porastu vodostaja svećenici su obavještavali vezira — najstarijeg carskog činovnika.

Vezir je o tome obavještavao faraona. I faraon je u svečanom bogoslužju uznosio svoje molitve Nilu.

Na zidu jedne carske grobnice u Egiptu stoji: »Samo uslišivši molitve moje, Nil je izlivao svoje vode na okolna polja, i nitko nije gladovao za moje vrijeme«.

Tako je ponikla prva na svijetu Služba vode — hidrološka služba. I prvi starješina Službe vode bio je vezir egipatskog faraona.

U drugim zemljama ljudi su također umjeli sve bolje upravljati životom vode.

Oni su se dosjetili da stave na put rijeke točak sa crpkama, i rijeka je svojim kretanjem počela okretati točak, crpsti vodu iz same sebe. Crpke su se dizale, izlijevale vodu u drvene žljebove, i voda je išla po žljebu u kanale za navodnjavanje.

Takvi točkovi za zalijevanje i sada škripe kod nas u Srednjoj Aziji.

Voda je natapala polja, voda je, kao i njezin brat vjetar, mljela žito.

Čovjek već nije samo razmišljao o putovima vode, nego je i sam prosijecao putove za nju. I voda je bila prisiljena da radi ono, što nikad drage volje ne bi radila: da prolazi kroz planinu na otoku Samosu, ili da putuje visoko iznad zemlje — kamenim koritom rimskih vodovoda — akvadukata.

Pojavila se i prva knjiga iz hidrologije — o podzemnim i površinskim vodama. Napisao ju je rimski inženjer Frontin, koji je rukovodio snabdijevanjem vodom grada Rima.

Frontin već nije od oka gradio svoje akvadukte. On je morao točno izračunati utrošak vode. Tà grad-div je i vodu divovski pio: svaki dan čitavo jezero.

Frontin je dobro upamtio riječi svog učitelja — aleksandrijskog mehaničara Herona.

»Zapamti da nije dovoljno odrediti presjek struje, da bi se saznalo, koliko nosi vode. Treba znati i njezinu brzinu. Jer brža struja nosi više vode, a sporija manje.

Zato, pošto sagradiš rezervoar niže od rijeke, izmjeri, koliko se vode nakupi za jedan sat, a odatle izračunaj, koliko provječe dnevno.«

Inženjerima je postajalo sve jasnije, što je rijeka. I oni također počeše odgonetati staru zagonetku, koju nisu uspjeli riješiti filozofi: kako voda dospijeva u rijeke. Rimski arhitekt Vitruvije Polion odgovorio je na ovo pitanje ovako: u planinama napada snijeg i kiša, voda prodire u podnožje planina i tamo, izlazeći ispod zemlje, stvara izvore rijeka.

To je već bilo sasvim blizu istini.

Ljudi su sve bolje upoznavali zakone, koji upravljaju prirodnim silama.

Pomorci su već znali, da i vjetar na pučini ne duva onako, kako mu padne na pamet. Njima je već bilo poznato, da u Indijskom oceanu vjetrovi duvaju ljeti s mora prema kopnu, a zimi s kopna prema moru.

I rimski su se trgovci koristili tim redovitim putovanjima Nevidljivog, da bi pomoću njega plovili u Indiju.

O vremenu, vješticama i zvijezdama

Ali, vrijeme je prolazilo. Nastajao je Srednji vijek.

Još nejaka nauka pala je u nemilost. Filozofe su zamijenili bogoslovi. Astronome i inženjere zamijenili su astrolozi i čarobnjaci.

Astrolozi su proricali vrijeme po zvijezdama. Bogoslovi su sušu i poplavu objašnjavali gnjevom božjim.

Po selima su išli pronalazači vode s čarobnim štapićem i uvjeravali, da im štapić točno pokazuje, gdje se skriva voda — gdje treba kopati bunar.

Nevidljiva-voda i Nevidljivi-vjetar opet postadoše tajanstvena natprirodna bića.

Negdje su u nekom ribarskom seocu djeca pitala majku:

— Tko to plače iza prozora?

I mati je poluglasno odgovarala:

— To plače vjetrova majka. Tko zna, čija će majka zatim zaplakati!

U Engleskoj su ribari slušali oluje i pričali o Divljem Lovcu.

Po nebu ne kruže oblaci, nego strašne krilate zvijeri s rogovima i repovima, s pandžastim krilima. Njih goni i ubija kopljem Divlji Lovac, koji jaše konja.

U zamku su ladies i gentlemeni čitali knjigu o kralju Arturu i vitezovima Okruglog stola.

U toj je knjizi bilo jedno poglavlje, u kojem se govorilo, kako je jedan vitez udario kopljem u čašu i kako je zbog toga pao tako krupan grad, da je u okolini pobio sva stada po livadama. A vitez se spasio jedino na taj način, što se od grada zaštitio štitom.

Ladies i gentlemeni su čitali i nisu se čudili — jer su o vremenu u to doba pričana još veća čudesa.

Jednom je u Engleskoj bjesnjela oluja, koja je potopila mnogo brodova. Za tu je buru okrivljen jedan učenjak, koji je bio poznat kao čarobnjak. On je bio predan kraljevskom sudu, podvrgnut mučenju i priznao je, da su po njegovoj naredbi sve vještice iz Engleske posjedale u rešeta i krenula na plovidbu, da bi izazvale oluju.

Čarobnjaka su pitali:

— Zašto su vještice sebi izabrale tako neobičan način kretanja?

— Zato — odgovorio je čarobnjak — jer se samo u rešetu vještica ne može utopiti.

Suci su osudili okrivljenog na spaljivanje: jer je on sam priznao!

Predrasude i praznovjerje potisnuli su znanje i iskustvo.

Kišu su počeli objašnjavati tako, kao da anđeli nebeski uzimaju iz mora vodu u duge cijevi i zatim je prskaju po zemlji.

Povjesničari su pisali o čudesnim znamenjima, koja nagovješćuju sušu ili poplavu. Takvo znamenje mogao je biti komet i tele s dvije glave.

Jedna za drugom izlazile su knjige o utjecaju zvijezda i planeta na vrijeme.

Vidio sam jednu takvu knjigu. Na njezinoj naslovnoj strani predočen je orač s ralom. Negdje u pozadini ruši se zamak i raspada na dva dijela planina, na kojoj taj zamak stoji. S neba pada kamenje. U oblacima sijevaju munje u cik-caku. A iznad oblaka sjede bogovi — Saturn, Mars i Venera, koji su zajedničkim naporima izazvali ovu nezapamćenu katastrofu.

U knjizi se priča, kako »spajanje« ili »odbijanje« planeta izaziva kišu, grad, oluju, zemljotres.

Praznovjerje je — uporna stvar. Astronomija i meteorologija bile su prisiljene da se prilično bore protiv astrologije, prije nego što je praznovjerje počelo odstupati pred pritiskom znanosti.

Svaki listić kalendara bio je položaj, koji je trebalo zauzeti borbom.

Astrolozi su zavladali kalendarom još u Srednjem vijeku. Ljudi nisu kupovali kalendare samo zato, da znaju dane i nedjelje, blagdane, vrijeme izlaska i zalaska sunca. U kalendaru je svaki tražio i svoju sudbinu i vrijeme sutrašnjeg dana.

Takav je kalendar nekad izdavan i kod nas. Zvali su ga »Brjusovski«, po imenu grofa Brjusa. Brjus je bio jedan od Petrovih suradnika. Pošto je podnio ostavku, boravio je na svom imanju u blizini Moskve i bavio se znanošću. U narodu su ga smatrali čarobnjakom. Brjusovski je kalendar bio sastavljen pod njegovim nadzorom.

Godine 1725. u Petrogradu je osnovana Akademija znanosti. I akademici su odmah poveli borbu protiv astrologa. Oni su izdali svoj akademijski kalendar, u kome je već na prvoj strani bilo rečeno, da su astrološka »proricanja« izostavljena kao »beznačajna«.

Ali »izostaviti« astrologiju nije bilo baš tako lako. Čitaoci su zahtijevali, da se astrolozima vrate njihove pozicije, da bi se, uzevši u ruke kalendar, odmah moglo reći, hoće li ljeto biti kišno, a zima surova...

Akademici su bili prisiljeni, da teška srca popuste.

U akademijskom kalendaru također se pojaviše proročanstva po zvijezdama. Ali, sastavljači su se sami podsmjehivali svojim proročanstvima. Oni su pisali: »Mi se uopće ne nadamo, da će se sve, što proričemo, obistiniti. U slučaju da neuspjesi budu česti, molimo čitaoca, da ima na umu, da za malo kopejaka ne može mnogo istine kupiti.«

Prošlo je još nekoliko godina. U kalendaru za godinu 1746. znanost je ponovo prežla u napad. Sastavljači su pisali, da su astrologe i čarobnjake još u starom Rimu smatrali nedostojnim ljudima.

A slijedeće su godine proricanja vremena po zvijezdama bila već zauvijek izbačena iz akademijskog kalendara.

Uostalom, astrologija je još dugo sačuvala svoje pozicije u onim kalendarima, koje nije izdavala Akademija, nego knjižari.

Imao sam priliku da vidim jedan takav kalendar, izdan godine 1814.

Ime mu je bilo:

ASTRONOMSKI TELESKOP
ili
Sveopći astronomski, fizički, politički i akademski kalendar za 336 godina.

U toj se knjizi može naći sve: i kalendar, i bilješka o tome, tko je prvi počeo nositi svilene čarape, i nabrajanje važnih događaja iz svjetske povijesti, pri čemu su u važne

događaje ubrojeni ne samo otkriće Amerike, nego i »uvođenje uniformi u francuskoj vojsci za vrijeme Luja Četrnaestog.«

Čitajući knjigu, može se saznati, kad je bilo pronađeno tiskanje knjiga i kad su prvi put u Engleskoj upotrebljene metalne pribadače namjesto drvenih.

Ovdje su i opsežna razmišljanja »o zemaljskoj atmosferi«, o prirodnim pojavama. Pa ipak, u knjizi nije malo mjesta ostavljeno za »planetoskopiju« po godinama »za 336 godina«, t. j. opet za onu istu neiskorenjivu astrologiju. U »planetoskopiji« se govori o tome, kakav će utjecaj imati planete na vrijeme, na čovjeka, na sudbine naroda.

Evo, na primjer, proračanstva za godinu 1946.:

»U ovoj godini vlada planeta Merkur, uvažena planeta mudrosti i ratnog poretka. Oni, koji su rođeni pod njom, slabog su zdravlja, naravi lukave, oštroumni, posvetit će se matematskim znanostima i filozofiji. Postaju trgovci i razni umjetnici. Bijelog su tijela, valjani, marljivi, srednjeg uzrasta i žive do 75 godina.« »Merkur donosi uzak grudni koš, melankoliju, pomračenje uma, kašalj, tugu i različite bolesti, najviše u proljeće i jesen.«

»Godišnje stanje suho, hladno, vjetrovito.«

»Proljeće je u početku hladno, snježno, malo kasnije suho, toplo, vjetrovito i na kraju ugodno.«

»Ljeto, premda u početku vlažno, kasnije je prekrasno i toplo. Žita, povrće i sijeno treba brzo sabirati.«

»Jesen do polovice listopada hladna, zatim lijepa i ugodna sunčanog vremena, na kraju sumorna i završava se kišama.«

»Zima nije hladna, česti su vihori i vjetrovi, nevrijeme, hladan zrak.«

Iz svih ovih proročanstava čitalac je doznao, da će proljeće biti ugodno i neugodno, ljeto — vlažno i suho, jesen — sunčana i kišovita, zima — ne hladna, ali s hladnim zrakom.

Pažljivi se autor osigurao od mogućih predbacivanja dalekih potomaka.

Po svršetku poročanstva vremena, dolazila su politička proročanstva.

»Krvavi rat između prosvijećenih naroda. Sretna bitka. Rađanje princa dragog svojoj domovini. Sklapanje saveza između nekih područja, u istraživanjima na fizičkom polju, slučajno otkriće nove snage u prirodi.«

To je — za godinu 1946.

Listajući knjigu, može se naći u njoj mnogo takvih proročanstava.

»Težak rat između nekih vladalaca Amerike. Ustanovljenje ordena za učenje. Vojskovođe će se sačuvati jedan od drugoga i jedan drugoga namamljivati u svoje mreže. Pronalazak kristalne violine i kristalne flaute. Promjena u ministarstvu na dvoru nekog vladara. Pobuna naroda u nekoj pokrajini. Ponovo prikupljanje velikog poreza od naroda...«

Autor i tu ostaje dosljedan sebi iz opreza. On ne daje točne adrese. Tko će biti u stanju da provjeri, je li se dogodila pobuna u »nekoj pokrajini« i je li se dogodila promjena u ministarstvu na dvoru »nekog vladara«.

A, ako autor i imenuje zemlju, onda to mora biti neka daleka zemlja — Kina ili Amerika. Što se sve ne može dogoditi tamo — na drugom kraju svijeta!

Eto, kakva je knjiga tiskana na početku prošlog vijeka. I ona je bila kupovana, čitana, i njoj se vjerovalo. A šta je tu čudno!

Još i danas ponegdje na zemaljskoj kugli astrolozi prodaju horoskope i tiskaju oglase u novinama, nudeći usluge lakovjernim ljudima.

Vidio sam astrološki almanah za godinu 1946. izdan u Engleskoj.

To je na izgled mali časopis u šarenim koricama, s oglasima na posljednjim stranama, sa slikama, na kojima su predočeni oceanski parobrodi, konji na derbyju, policajci, koji rastjeruju gomilu u Indiji, kolporter s hrpom novina pod mišicom, demonstranti pred zgradom parlamenta.

Što može biti suvremenije.

Ali, kad otvorite almanah, naći ćete tamo astrološke tablice i znakove, horoskope za svu djecu, rođenu godine 1946., proricanje sudbine svakog čitaoca iz bilo koje zemlje na svijetu.

Ako pogledate u kalendar, možete saznati, koji vam dani proriču uspjeh u poslu, zaradu u trgovini, sreću u ljubavi i kućne neprilike.

Prije nego što uložite kapital u posao ili posadite krumpir, preporučuje vam se, da se posavjetujete sa zvijezdama.

Svatko ima svoju zvijezdu. Ako ste se rodili, recimo, između 23. prosinca i 20. siječnja, vaša je putokazna planeta — Saturn, Zodijakov znak — Kozorog, vaš najsretniji dan — subota, vaša boja — tamnozelena, vaš dragi kamen — tirkiz.

U kalendaru je i proricanje vremena po zvijezdama.

Kalendar proriče, da će lipanj biti veoma topao mjesec, da će u studenom padati kiše, a da će u siječnju biti hladno.

Pa pokušajte poslije ovoga kazati, da svi kalendari lažu.

O trgovačkim vjetrovima i konjskim širinama

Zanijevši se pričom o suvremenim astrolozima, ja sam zaboravio na ljude Srednjeg vijeka.

Prirodne su sile mogle triumfirati. Njima je ponovo uspijevalo da u očima ljudi postanu tajanstvene i nedostižne. Vrijeme više nije bilo podređeno prirodnim zakonima.

Njime su upravljale natprirodne sile. Pa ipak, bez obzira na takve misli, ljudi su nastavljali borbu protiv prirodnih sila: glave su mislile jedno, a ruke su radile drugo.

Glava nekog mlinara bila je puna praznovjerja. On je vjerovao, da u mračnoj dubini jaza živi vodeni duh. No to mu nije smetalo da pušta i zatvara vodu, kad je to bilo potrebno.

U vodenici je šumjelo i grmjelo. Radnik-voda poslušno je iz dana u dan izvršavala postavljeni zadatak. Unuci su,

pošto bi odrasli, preuređivali vodenicu, koju su bili sagradili djedovi. I iz stoljeća u stoljeće vodenica je postajala sve bolja.

Na mjesto točka, ispod koga je tekla voda, došao je točak, na koga je padala odozgo.

Točak se više nije morao stavljati u rijeku. On je mogao biti postavljen tamo, gdje je zgodnije, a voda se žlijebom dovodila do njega. Voda je padala na točak odozgo i tjerala ga, da se okreće.

Sad više nije išla vodenica k rijeci, nego rijeka k vodenici. Voda nije samo mljela žito. Ona je tresla rešeta radionice za izradu papira. Ona je raspirivala vatru u visokim pećima.

A zato su se i peći mogle podizati veće i željeza se dobivalo više.

Dvije prirodne sile — voda i uzduh — radile su ovdje u istoj sprezi. Voda je okretala točak, točak je pokretao mjehove. I uzduh je, izlazeći iz mjehova u peć, prolazio kroz nju od dna do vrha i topio željezo.

Vjetrenjače su postale drugačije. Prestale su nalikovati na jedrenjake.

Umjesto krila-jedara dobile su drvena krila. A ni vjetrenjača više nije bila nepokretna, kao prije, već se kretala kao živa, podmećući krila vjetru.

Čovjek se sve bolje učio upravljati prirodnim silama — i na kopnu i na moru.

Nekad su rimski trgovci jedrili u Indiju, iskorišćujući određene pravce vjetrova — monsuna.

Sad su pomorci sebi pronašli nove suputnike: saznali su, da u blizini ekvatora prolazi sa sjeveroistoka k jugozapadu put pasata.

Tim su putem Kolumbove karavele došle do Zapadne Indije. Mornari na karavelama su se čudili, što ih vjetar stalno nosi k zapadu i što je čak i drveće na otocima Zapadne Indije nagnuto k zapadu — kao da pokazuje put.

Naskoro poslije toga pošlo je za rukom jednom španjolskom moreplovcu da učini još čudnije otkriće.

On je opazio široku svjetloplavu rijeku, koja je tekla sredinom zelenkastoplavih voda oceana. Ova se rijeka lako mogla razlikovati od svojih vodenih obala, zato što je bila druge boje i upadljivo toplija.

Rijeka je tekla istom brzinom, kojom teku i rijeke na kopnu. Ali je ona bila kudikamo šira i dublja.

Nju su nazvali Golfska Struja — »Rijeka zaljeva«, zato što ističe iz Meksikanskog zaljeva kraj obale Amerike. Danju i noću vjetrovi pasati utjeruju vodu u zaljev, i voda kao snažna rijeka istječe kroz vrata Floridskog tjesnaca, kao da su ona naročito za nju i ostavljena.

Vjetar i voda, zračni i vodeni ocean žive istim životom.

I sa svakom plovidbom pomorci su sve bliže zagledali taj život.

Vjetar podiže valove na oceanu. Vjetar tjera vodu, stvarajući morske rijeke — struje. Vjetar razapinje jedra.

On je pronio Magelanove brodove oko cijele zemlje. I ljudi su saznali, da svi oceani čine jedan svjetski ocean, i da na zemlji ima mnogo više vode nego kopna.

Po valovima su pošli u Evropu brodovi, natovareni prekooceanskim bogastvima — zlatom, srebrom, mirodijama.

Čovjek je pokoravao oceane. I njemu je postojalo sve jasnije, da mora dobro poznavati neprijatelja, da bi se borio s njim.

Prije ljudi nisu ni mislili na oluje i orkane, koji bjesne negdje na ekvatoru. A sad su zbog oluja na antverpenskom i londonskom tržištu mogle poskupiti mirodije.

Vjetrovi i oluje postali su učesnici u trgovini. Ne nazivaju Englezi uzalud pasate i dandanas »trgovački vjetrovi«.

A širinama 30 stupnjeva k sjeveru i k jugu od ekvatora dali su ime »konjske širine«. Tamo su vječne tišine.

U doba jedrenjaka pomorci su bili prisiljeni čitave nedjelje čekati tu na povoljan vjetar.

Zajedno s ostalim vjetrovima iz Evrope prevozili su preko oceana i konje, jer u Americi do njezina otkrića nije bilo konja.

Tako su, kad bi se brodovi zbog nestašice vjetra dugo zadržali na oceanu, konji dugo ostajali bez paše. Konji su crkavali, pa su ih bacali u more. Otuda su ta mjesta i dobila tako čudan naziv, »konjske širine«.

Sve bučniji i napučeniji postajali su trgovački gradovi. Sve se više prekomorskog srebra i zlata skupljalo u sanduke trgovaca.

Novac je pojeftinio. Roba je poskupjela.

Brže su radili tkalački razboji i predionice. Sve više je bilo poslova u brodogradilištima i mlinovima, u rudnicima i kovačnicama.

Opet su se pojavili inženjeri i izumitelji.

Probudila se, oživjela drevna znanost. Jer, ona nije ni umirala. Ona je mirovala u starim papirusima i pergamentskim svicima, i ti su svici našli svoje marljive čitaoce.

Oživjeli su stari sporovi o zraku — Nevidljivome, kao da se obnovio razgovor, prekinut na pola riječi. Reklo bi se, kao da od vremena grčkih filozofa nisu prošla stoljeća, nego sati.

TREĆE POGLAVLJE

KAKO SU VIDJELI NEVIDLJIVOGA

Nevidljivoga stavljaju na vagu. Nevidljivom stavljaju toplomjer

Aristotel je nekad kušao izmjeriti zrak, naduvavši goveđi mjehur. Ovaj pokušaj, počet u Ateni u četvrtom vijeku prije naše ere, završio je Galilej u Firenci poslije dvije tisuće godina (Galilej se rodio 1564., a umro je godine 1642.).

Ljudima je izgledalo, da zrak nije samo nevidljiv nego i neizmjerljiv.

A Galilej ga je izmjerio i ustanovio, da zrak ima težinu, iako veoma malu: zrak je 400 puta laganiji od vode.

Galilej je bio iskusan pronalazač tragova. On je bio navikao da ima posla s nevidljivima. On je uperio dalekozor prema nebu i vidio Jupiterove suputnike, koje dotad nije vidjelo nijedno ljudsko oko. On je napravio mikroskop i gledao nokte na buhinim nogama.

Ali sa zrakom bijaše teže. Njega nije mogao vidjeti ni kroz dalekozor ni kroz mikroskop. Teže ga je bilo ispitati i uhvatiti.

Galileju je pošlo za rukom da Nevidljivog stavi na vagu. To je već značilo nešto. Ali nešto nije sve.

Kad nam do ruku dospije nepoznata stvar, mi je razgledamo, opipavamo, mjerimo je na dlanu, gledamo, da li je topla ili hladna, da li je suha ili vlažna, tvrda ili meka.

Svaka stvar ima svoje »naročite znakove«. Neke znakove mi opažamo odoka. Ali se odoka ne može sve zapaziti. Mnogo štošta saznajemo pipanjem, slušanjem. Pa ipak, najviše vjerujemo svojim očima. Oči toliko poštujemo, da kažemo: »Vidi, je li topla peć«; »vidi, da li se ukiselilo mlijeko«.

Mi kažemo: »Liječnik pregleda bolesnike«. Ma da ih on ne pregleda toliko očima, koliko uhom i prstima. U našem jeziku nema riječi »uhomjer«, a postoji riječ vidomjer, zato, što smo još od davnina navikli da mjerimo očima. I oči s pravom zaslužuju to poštovanje. Jer ono, što se može vidjeti, lakše se prouči i izmjeri.

Ali šta ćeš onda, kad imaš posla s Nevidljivim? Mi ne vidimo uzduh i sudimo o njemu kao slijepci pomoću svih ostalih osjetila.

Mi čujemo hujanje vjetra, osjećamo čitavom kožom, da li je uzduh topao ili hladan, suh ili vlažan. Mi osjećamo, da je u planinama drugačije disanje nego u ravnici.

Ali, jedno je primati preko osjetila, osjećati, a drugo — znati. Da bi se znalo — mora se mjeriti. Gdje ne postoji mjera, nema ni točnog znanja, tamo će uvijek nastajati sporovi.

Jedan će reći: Jučer je bilo hladnije nego danas.

A drugi će uzvratiti: Ne, danas je hladnije nego jučer.

Da ne bi bilo sporova, treba izmjeriti. A najlakše je izmjeriti, kad vidiš.

No kako da se vidi i izmjeri žega i mraz?

Kako ćemo naše zbrkane osjećaje prebaciti na razgovjetan i jasan govor viđenja, gdje se sve može sagledati i sve može izmjeriti?

Za to treba pogledati na temperaturu.

Termometar nam izgleda jednostavna, obična stvar. Ali prije nešto više od tri stoljeća, kad je Galilej sagradio svoj prvi termometar, ova jednostavna sprava nije čovjeku izgledala manje čarobna od dalekozora ili mikroskopa.

Nije šala, uspjeti izmisliti ravnalo, kojim se može mjeriti toplina i mraz, isto onako lako, kao što se mjeri komad sukna! Sad je bilo moguće ne samo osjetiti, nego i vidjeti, da li uzduh postaje topliji ili hladniji.

Galilejev termometar nije sačuvan. Ali je ostalo pismo jednog meteorologa iz tog vremena — patera Castellija. U tom pismu Castelli priča o neobičnoj spravi, koju mu je pokazao Galilej.

Galilej je uzimao staklenu lopticu, veliku kao kokošje jaje. Za lopticu je bila pričvršćena cjevčica, uska kao slamka. Galilej je ugrijavao rukom lopticu i zatim stavljao cjevčicu u vodu. Loptica se hladila, i voda se dizala u cjevčici. Galilej je upotrebljavao spravu za mjerenje topline i hladnoće.

Takav je termometar reagirao ne samo na svaku promjenu temperature, nego i na svaku promjenu tlaka. To je bio u isto vrijeme i barometar i termometar. Vanjski uzduh pritiskao je vodu u čaši i tjerao je u cjevčicu. A unutrašnji uzduh — onaj u lopti — ugrijavao se, tjerao vodu natrag u čašu, ili se pri hlađenju opet uklanjao vodi s puta.

Barometar i termometar su se čas svađali međusobno, čas uzajamno pomagali.

Dvije nove sprave rodile su se srasle kao sijamski blizanci.

Trebalo ih je razdvojiti, da se svaki od njih bavi svojim poslom i da jedan ne smeta drugome.

Galileju nije bilo suđeno da ih razdvoji, nego njegovim učenicima — Torricelliju i Ferdinandu, toskanskom hercogu.

Čaša sa cjevčicom stavljenom u nju pripala je barometru, koga je izmislio Torricelli. A loptica s pripojenom cjevčicom prešla je termometru, koga je sagradio Ferdinand.

U ovom termometru umjesto vode bio je špirit, a cjevčica je bila dobro začepljena čepom, da zrak ne može vršiti pritisak na špirit.

Tu je bila i skala: za cijev su bila prikopčana staklena zrnca. Ona su zamjenjivala crtice.

Termometar je bio napravljen. Ali je mnogo puta mijenjan, prije nego što je postao ovakav, kakav je sad.

Učenjaci su se morali najviše mučiti oko njegove skale.

Lako je bilo ravnalom izmjeriti komad tkanine, ili saznati, koliko metara ima od jednog zida do drugog, od peći do prozora.

Ali, što da se radi sa žegom ili hladnoćom?

Kakvom mjerom treba njih mjeriti?

Na termometarskoj skali treba nekako postaviti crtice. Postaviti ih nije teško, ali kako? Odakle početi odbrojavati?

Tu su mišljenja bila podijeljena.

Jedni su govorili da za početak i kraj treba uzeti najtopliji i najhladniji dan u godini. Ali sve godine nisu iste. A i u različitim gradovima vrijeme se različito ponaša. Tako bi trebalo za svaki kraj praviti poseban termometar, i svake ga godine zamjenjivati novim, prema tome, kakav je početak zime i ljeta.

Zamislite da imate namjeru izmjeriti razmak od peći do prozora, i najednom se peć pomiče sa svoga mjesta i počinje šetati po sobi. Ako već treba — kako kaže stara uzrečica — »plesati od peći«, onda je potrebno, da sama peć ne pleše, već da stoji nepokretna, kako joj je propisano.

Tako je i onima, koji su razmišljali o termometrovoj skali, bila potrebna nepokretna peć, od koje bi oni mogli plesati.

Neki su predlagali, da se za takvu peć, ili točnije točku — uzme temperatura ljudskog tijela. Ona je uvijek i svuda gotovo ista. Čovjek ne postaje ledenica u Arktiku i ne pretvara se u paru, kad dospije u Saharu.

Ali, teško da se mogla i čovjekova temperatura uzeti za nepokretnu točku na termometrovoj skali. U Svesaveznom meteorološkom institutu u Lenjingradu ima mnogo etalon[1]-mjera. Tamo se nalazi etalon-metar, etalon-kilogram. No, gdje da se nabavi »etalon«-čovjek. I pod kakvo ga stakleno zvono treba staviti, da nikada ne dobije ni gripu ni groznicu, da mu se nikada ne mijenja temperatura?

Dugačka bi bila priča o historiji termometra. Što sve s njim nije rađeno, da bi se u njegovoj skali našla nepokretna točka.

Nosili su ga u staje i mjerili temperaturu kravama. S njim su silazili u duboke podrume Pariškog opservatorija, s nadom, da barem tamo ne će prodrijeti vrijeme. Umakali su ga u maslo, koje se topi. Stavljali su ga u mješavinu leda i soli — mislili su da od te smjese nema ništa hladnije na svijetu.

Stupnjevi su bili čas veći čas manji.

Ništica na skali prelazila je s jednog mjesta na drugo.

Neki su predlagali, da se ništicom označi »umjerena« temperatura. Odatle i potječe riječ temperatura. Na latinskom — »temperatus« — znači umjeren.

Ali, koja temperatura da se smatra umjerenom? Što je za stanovnika Arktika — umjerena žega, to je za stanovnika Sahare — mraz.

Termometri su se i po izgledu razlikovali među sobom.

No sve nije bilo u vanjštini. Zlo je bilo u tome, što su termometri, kao i ljudi, govorili različitim jezicima i nikako se nisu mogli sporazumjeti među sobom. Oni su za sve imali različita stanovišta. Oni su plesali od različitih peći. I zbog toga su se prepirali s istom žestinom kao i njihovi vlasnici.

Svaki je termometar smatrao, da je on u pravu, a nije mogao u to uvjeriti drugoga.

Tako bi njihov spor trajao i danas, da učenjaci konačno nisu uspjeli pronaći na skali dvije točke, koje više nisu plesale, već su stajale na mjestu.

Kad su termometar spuštali u led, koji se topi, živa se zaustavljala i stala sve dok se sav led ne bi pretvorio u vodu.

Isto tako nepokretno stajala je živa i onda, kad su lopticu termometra stavljali u paru uzavrele vode.

[1] Etalon (francuska riječ) — brižno izrađen obrazac za mjeru (na pr. e. mjere dužine = metar), služi za provjeravanje istih takvih mjera, koje su u upotrebi. — *Ur.*

Da bi termometar mogao, na kraju krajeva, naći željeni mir, trebalo je samo staviti brojeve i podijeliti skalu između ovih dviju točaka na jednake dijelove — stupnjeve.

Ali ni to nije moglo proći bez događaja.

Ništicom su označili točku uzavrelosti vode, a kod točke topljenja leda stavili su stotinu.

Ljestvica termometra morala se prevrnuti naopako, pa da dobije svoj sadašnji izgled i da postane svima poznat i od svih uvažen Celsiusov termometar.

To je bio termometar pobjednik. On je odnio pobjedu nad svima protivnicima. Samo je dvojici još uspjelo da zasad ostanu čitavi, termometrima Fahrenheita i Réaumura.

Na Fahrenheitovoj skali još i sada 96° označava temperaturu čovječjeg tijela, a 0° — smjese leda i soli. Tada se dobiva temperatura topljenja leda od 32°, a ključanja 212°.

Ovaj poštovani Fahrenheitov konzervativac — termometar ima zasluge pred historijom. Ali svojom tvrdoglavošću on stvara dosta briga i posla učenjacima, koji moraju svaki njegov iskaz prevoditi na jezik, koji je usvojila znanost čitavog svijeta.

Termometar se pojavio, i meteorolozi su ga s radošću dočekali.

Ostalo je samo da mu se nađe zgodno i udobno boravište.

Meteorolozi nisu odmah shvatili, gdje treba objesiti termometar, da bi pokazivao temperaturu uzduha.

Kad su ga stavljali na sunce, on je govorio jedno, u sjeni je govorio drugo.

Jedan engleski fizičar savjetovao je, da se termometar objesi u sobi, koja je okrenuta na sjever, i usto, u kojoj se peć ili potpuno ne loži, ili rijetko loži.

Prošlo je prilično vremena, prije nego što su se pojavile sadašnje meteorološke stražarnice — kućice za instrumente. Uzduh lako ulazi u kućicu kroz kapke — rešetkaste zidove, a suncu je u nju ulaz zabranjen.

Staklo vremena

U vrijeme kad je termometar imao još malo prijatelja i znanaca, kad ga nisu nazivali njegovim vlastitim imenom »termometar«, nego općim nazivom »staklence« — učenjaci su dobili i drugog pomoćnika. O njegovoj prvoj pojavi na sceni vrijedi govoriti.

Jednom su u Firenci iskopali dubok bunar. Do površine vode bilo je više od deset metara. Pokušali su crpsti vodu pumpom, ali voda nije išla. Nitko nije mogao shvatiti, u čemu je stvar. Morali su pozvati najučenijeg čovjeka u Firenci — Galileja. On je pregledao pumpu, cijevi, klipove i našao, da je sve uredu. Zašto se onda voda nije dizala?

Galilej je objasnio, da se vodeni stup u cijevi prekida zbog vlastite težine.

Galilej je imao učenika imenom Torricelli (rođen 1608., a umro godine 1647.).

Učenik se nije složio s učiteljem. On je sve objasnio drugačije. Po njegovu se mišljenju radilo ne samo o težini vode, nego i o težini zraka. Kad ljudi crpu vodu, zrak im neprimjetno pomaže. Zračni ocean svom svojom težinom pritiskuje vodu u bunaru i tjera je naviše kroz cijev. Ali zračni pritisak ne može podići više od deset metara vode. A živu ne može podići ni za jedan metar; ona je teža od vode.

Znači, pumpa nije mogla izvući vodu zato, što je između klipa i površine vode u bunaru bilo više od deset metara.

Da bi riješio svoj spor s Galilejem Torricelli je prišao pokusu. Jer je pokus bio njihov zajednički nastavnik.

Torricelli je uzeo staklenu cjevčicu, zatvorenu na jednom kraju, i napunio je živom. Zatim je pritisnuo otvor prstom, i, prevrnuvši cjevčicu, zamočio je otvoreni kraj u čašu, u kojoj je također bila živa.

Živa se nije izlila iz cijevi, nego se samo malo spustila.

Iznad čaše je ostao u cjevčici — ne padajući — živin stup, visine sedamdeset centimetara.

Šta ga je držalo? Šta nije živi davalo da se spusti?

Zračni pritisak.

Nekad je veliki učenjak i umjetnik Leonardo da Vinci rekao za pokus, da je »učitelj učitelja«.

»Učitelj učitelja« — pokus — presudio je u sporu između Torricellija i njegova učitelja Galileja.

Ali se stvar nije na tome završila, već samo počela.

Obično se sprava, napravljena za pokus, rastavi, kad je pokus dovršen. Ali je Torricellijeva sprava ostala besmrtna — ona je i poslije pokusa nastavila živjeti samostalnim životom. Gledajući na nju, Torricelli je primijetio, da se živa u cjevčici čas podiže, čas spušta, prema vremenu.

Ova je nova sprava pokazivala vrijeme. I ne samo pokazivala, nego i proricala. Kad je živa padala, obično je dolazilo do kiše, do oluje.

Kada se živa podizala, moglo se očekivati vedro vrijeme.

Spravu su počeli nazivati »staklo vremena«; na francuskom Verre de Temps, na engleskom Weather-glas, na njemačkom Wetterglass.

Mi je nazivamo barometar.

Prvi posao novorođenog barometra bio je da obori učenja, koja su svi priznavali čitave dvije tisuće godina.

To je bilo Aristotelovo učenje o praznom prostoru.

Aristotel je tvrdio, da praznog prostora nema nigdje. »Priroda se — govorio je on — plaši praznine«.

A kod Torricellija, u njegovoj spravi, dobiven je prazan prostor iznad živinog stupa. Tu nije bilo zraka.

Ustanovilo se, da Aristotel nije bio u pravu.

To Aristotelovi sljedbenici nikako nisu htjeli priznati. Taman posla, ta za njih je autoritet više značio nego pokus!

Ali se sa spravom bilo teško prepirati. Ona je uporno pokazivala svoje.

I na kraju krajeva, prazan prostor, u čije se postojanje tako dugo nije vjerovalo, stekao je opće priznanje.

Mogla se napisati čitava knjiga o praznom prostoru i nazivati je »Zašto — ništa«. Bezuzdušni prostor donio je ljudima koristi u tehnici i znanosti. On nam radi i u tvornicama i kod kuće. On pomaže šećeru da se skuha u aparatima. On čini, da su naše električne žarulje trajne. Bez njega ne bi bilo prijemnih radio-aparata, röntgenskih aparata i mnogo drugih korisnih stvari.

Eto, kako je potrebna stvar prazan prostor, onaj isti prazni prostor, koga su krstili »Torricellijevim« — prema imenu onoga, koji ga je pronašao, skrivena u staklenoj cjevčici.

Tako su učenjaci dobili novu pomoćnu spravu.

Ova sprava nije samo proricala vrijeme. Kroz njezino šareno staklo ljudi su vidjeli ono, što prije nisu bili u stanju vidjeti. Mali, sjajan stupić žive u staklenoj cjevčici uravnotežavao je, kao jezičak na vagi, veoma visoki stup uzduha, koji je pritiskao živu u čaši.

Koliko je visok ovaj zračni stup?

To je Torricelli pokušao izračunati. Dobio je pedeset milja.

Čovjek je prvi put vidio nevidljivi zračni ocean i pokušao je, ostajući na dnu, izmjeriti dubinu toga oceana.

Pedeset milja — a šta je dalje?

Dalje je — govorio je Torricelli — bezuzdušni prostor. Jer se priroda, usprkos Aristotelu, ne plaši praznog prostora. Zemlja ne lebdi u zraku, i ne ide kroz uzduh. Ona se kreće u praznom prostoru vasione, noseći sa sobom svoju zračnu odjeću.

Stari spor o praznom prostoru dobio je nov obrat. To je bio spor o praznom prostoru, ali to nije bio besmislen spor. Radilo se o osnovnim zakonima prirode.

Nekad su ljudi za svaki prazan vrč mislili, da je prazan.

Kasnije su otkrili, da se u praznu vrču nalazi zrak — nevidljivi: prazan vrč samo izgleda da je prazan. To je bilo točno. Ali je odatle izveden netočan zaključak: zaključili su, da prazan prostor ne postoji, — »priroda se plaši praznog prostora«.

Tako su mislili dvije tisuće godina, dok Torricelli nije izveo svoje pokuse. Ustanovilo se, da je u barometrovoj cjevčici — prazan prostor.

I ljudi opet počeše generalizirati. Oni su se osvrtali unaokolo i odlučili, da je prazan prostor svuda, da praznog prostora na svijetu ima mnogo više, nego tvari. U beskonačno praznom prostoru posijane su zvijezde i planete kao trupci prašine.

Je li se time završio spor o praznom prostoru? Je li istina, da je dubina zračnog oceana samo pedeset milja i da se iza toga prostire u beskonačnost prazan prostor?

O tome će biti riječi kasnije, a zasad ćemo nastaviti našu priču o »staklu vremena«.

Vijest o Torricellijevu otkriću došla je do francuskog učenjaka Pascala (rođen 1623., a umro godine 1662.). Pascal je odlučio provjeriti ovu stvar. Ako je zaista nad nama zračni ocean, onda on iznad planina mora biti plići. Planine se izdižu iznad zemlje kao podmorske stijene i plićine iznad morskog dna. Tamo, iznad planine debljina zračnog oceana mora biti manja, pa prema tome i pritisak slabiji.

Pascal je uzeo sa sobom dva barometra i zajedno sa svojim rođakom Périerom krenuo iz grada Clermonta k obližnjoj visokoj planini. Ova se planina zvala Puyde Dôme.

Périer je ostao s jednim barometrom dolje, a Pascal se s drugim počeo penjati na planinu, čuvajući od povreda i potresa svoga staklenog suputnika.

Kad se Pascal popeo na vrh, upitao je svog suputnika, kako se osjeća, da li ga jako pritišće zrak. Sprava je odgovorila s uobičajenom točnošću: pritisak gotovo 27 coli.

U isto je vrijeme Périer postavio isto takvo pitanje svome barometru — u podnožju planine. Odgovor je bio — 30 coli. Gore je tlak za tri cola bio manji nego dolje.

Tako je barometar učinio ljudima uslugu: on je pokazao, da u zračnom oceanu nije svuda jednak tlak, na planinama je tlak manji.

Sve je jasnije postajalo ljudima, da oni žive na dnu nevidljivog oceana. Oni nisu osjećali težinu zračnog sloja, a barometar je osjećao.

Prijatelji znanosti

Ljudi još nisu ni saznali, kako treba, da osim oceana vode, postoji i zračni ocean, a odmah su odlučili pristupiti njegovu proučavanju.

Ali, zračni je ocean velik i promjenljiv. Njega ne može samo jedan čovjek promatrati.

Torricelli je izvodio svoje pokuse sam, bez pomoćnika. A Pascal i Périer su već morali raditi udvoje, da bi istodobno izmjerili tlak na dva različita mjesta.

Uskoro je bilo jasno, da su tu i dva mjerenja nedovoljna.

Pascal ne bi imao dovoljno radoznalih rođaka, koji bi istodobno u mnogim mjestima promatrali zračnu prirodnu silu. Morao se obratiti prijateljima.

Périer je napisao pismo jednom prijatelju u Pariz, drugom u Stockholm. Otpočeta su jednovremena promatranja u nekoliko gradova — u Clermontu, u Parizu, u Stockholmu. U Stockholmu se ovim bavio čuveni učenjak Descartes.

Ustanovilo se, da se barometri u različitim mjestima različito ponašaju. Pariški barometar se vladao relativno mirno. A stockholmski se talasao — čas je letio naviše, čas strmoglavce padao.

Živa se u barometru ljuljala kao voda u uzburkanu moru. Osjećalo se, da u zračnom oceanu proizlazi neko ljuljanje, neko tajanstveno kretanje, koje zahvaća ogromne prostore. Postajalo je sve jasnije, kako nije dovoljno, da dva ili tri para motre za ovim nevidljivim, nesagledivim oceanom, nego deseci i stotine. Nitko ne bi imao toliko prijatelja, koliko je ljudi za ovo potrebno. Ali znanost ima mnogo prijatelja. Njih je na stotine i na tisuće. Ovi prijatelji stvaraju društva, saveze, akademije.

Bilo je takvih znanstvenih društava i u ono vrijeme. Jedno se od njih nalazilo u Firenci i nazivalo se »Akademija pokusa«.

Akademiju pokusa je osnovao hercog Toskanski, koji je potjecao od zaštitnika znanosti i umjetnosti Lorenza Medicia. Hercog je zapovjedio svom tajniku, pateru Lui-

giju Antonoriju, da u razne gradove pošalje prijateljima znanosti tablice i pravila za promatranje vremena. Po tim je pravilima trebalo istodobno pomoću istovjetnih sprava promatrati zračni tlak, temperaturu, vlažnost, smjer vjetra i izgled neba. I tako prijatelji znanosti počeše istodobno promatrati vrijeme i u Firenci, i u Bologni, i u Parmi, i u Milanu, i u Innsbrucku, i u Osnabrücku, i u Parizu i daleko na sjeveru — u Varšavi.

Svaki je promatrač imao nekoliko pomoćnih sprava: tri nove — barometar, termometar i higrometar — upravo tada pronađen za mjerenje vlažnosti — i još jedan stari, premda ne tako točan prijatelj — vjetrokaz.

Promatrač je svako jutro prilazio svojim spravama, da bi se upoznao s njihovim samo-osjećajem, da bi saznao, u kakvom je raspoloženju barometar — povišenom ili poniženom, što radi termometar, na koju stranu gleda vjetrokaz. Sve je to odmah unosio u dnevnik.

I od vremena do vremena pošta je donosila u Firencu na ime Luigia Antonoria pisma, koja je on čitao s najživljim interesom.

Kad pišemo svojim prijateljima, mi im ponekad, između ostalog, saopćujemo, kakvo je kod nas vrijeme. Ali su se pisma, koja je dobivao Antonori, odlikovala time, što je u njima bilo riječi samo o vremenu. Neka od ovih dospjela su u naše ruke, ma da nisu bila nama upućena. Sudeći po tim pismima, ljudi nisu samo promatrali vrijeme, nego su i razmišljali o tome, zašto se ono mijenja, zašto je jučer bilo toplo, a danas hladno, zašto se živa u barometru čas podiže, čas pada.

Pitanje je bilo postavljeno. No ljudi su premalo znali i malo vidjeli, da bi odgovorili na njega. A zar je i mogao nešto uraditi ovaj mali odred promatrača, koji je imao svoje stražarsko mjesto u desetak evropskih gradova. Tu je bila potrebna armija promatrača — ne samo jedno znanstveno društvo, nego sva znanstvena društva u svijetu morala su poduzeti promatranje. Ta svi ljudi na zemlji imaju posla s vremenom, žive na dnu zračnog oceana.

I tako se godine 1723. u engleskom znanstvenom časopisu pojavljuje jedan članak. On nije pisan engleski, nego latinski, da bi ga mogli pročitati učenjaci cijeloga svijeta — latinski se još smatra jezikom znanosti.

Članak se zove »Poziv«. Njegov je autor liječnik, fizičar i matematičar James Jurin. On poziva sve prirodoslovce na svijetu, da motre na ponašanje vremena: da po nekoliko puta dnevno bilježe visinu barometra i termometra, pravac i snagu vjetra, izgled neba, vlažnost i količinu vodenog taloga.

Meteorolozi više nemaju samo četiri sluge, nego pet. Specijalnost petoga je mjerenje kiše. On se tako i zove: kišomjer. To je najjednostavnija sprava na svijetu. Svako vjedro može dobiti uzvišeni poziv kišomjera, ako ga stavimo na kišu i zatim izmjerimo, koliko je u njemu vode.

U svom je »Pozivu« James Jurin podrobno objasnio, koje sprave treba koristiti, da bi se njihovi rezultati mogli uspoređivati. On savjetuje, na primjer, da se barometri kupe kod spretnog majstora Francisa Koksbi, koji je boravio u gradu Londonu, na trgu Crane Court.

Jurinov poziv nije ostao bez odziva. Nije prošlo ni godinu dana, a u Londonsko kraljevsko društvo počeše iz raznih evropskih zemalja stizati pisma. Poslije pisama iz Njemačke, Italije, Švedske i Finske došla su pisma iz Indije i iz Sjeverne Amerike.

Bilo je tu i pismo iz Rusije, iz novog primorskog grada Sankt-Peterburga[1]. I u Rusiji su već pratili vrijeme. Gdje god je bilo flote, gdje god je bilo plovidbe, morala se pojaviti i znanost o vodi i zraku.

O prvim ruskim hidrolozima i meteorolozima

Petar Veliki, osnivač Sankt-Peterburga i ruske flote, bio je prvi ruski oceanograf. On se bavio proučavanjem Kaspijskog mora; mjereći dubine, vadio je zemlju sa dna.

[1] Sankt Peterburg ili Petrograd je današnji Lenjingrad. — *Prev.*

Po njegovoj je naredbi bio izveden iscrpan »opis« ovog mora. Petar je htio poznavati svoju zemlju, svoje ogromno gospodarstvo.

Shvaćajući, od kolikog je značenja za pomorsku plovidbu znanje korišćenja kompasa, Petar je naredio, da se vodi nadzor nad ponašanjem magnetske igle i da se bilježi na karti, koliko ona odstupa od meridijana k zapadu ili k istoku.

Godine 1725. u Petrogradu su se prvi put sastali učenjaci na sjednici Akademije znanosti, koja je osnovana dekretom Petra Velikog.

I iste te godine akademici su poduzeli hidrološka i meteorološka promatranja.

Prvi put se pristupilo svakodnevnom promatranju ruske prirode naoružanim okom. A Neva je bila prva ruska rijeka, koju su hidrolozi počeli proučavati.

Svaki dan je mjeren vodostaj rijeke. Bilježeno je vrijeme zaleđivanja i kretanja leda.

Promatranja vremena vršena su najprije dva, a potom tri puta za 24 sata. Temperatura zraka je mjerena špiritnim florentiskim termometrom.

Ovaj je termometar imao taj nedostatak, što je umio »plesati« samo od svoje florentinske peći. Njegova je gornja točka pokazivala temperaturu najhladnijeg, a donja — najtoplijeg dana. Ali Petrograd nije Firenca. Ovdje je bila potrebna druga skala.

I tako petrogradski akademik De-Lil prerađuje skalu termometra: ništicom označuje točku uzavrelosti vode, a kod točke smrzavanja vode stavlja broj 150. Takva se skala već malo čime razlikuje od naše današnje.

Imao je florentinski termometar i drugi nedostatak. Njegova cjevčica nije bila zatvorena, nego samo dobro začepljena. A zbog toga je špirit isparivao, naročito na toplom vremenu. Akademik De-Lil se sjetio, da zalijepi cjevčicu i zamijenio je špirit živom.

Osim temperature mjeren je barometrom i tlak zraka. Promatrani su pravac i snaga vjetra. U dnevnik su bilje-

ženi oblačnost i talozi, nepogode i polarna svjetlost, prvi i posljednji mrazovi. Čak su i laste unosili u »tekući dnevnik«, čim bi se u proljeće pojavile u okolici Petrograda.

Uskoro počeše vršiti promatranja i u drugim mjestima.

Domoroci Italije — termometar i barometar — prodriješe u Sibir. Zatim su se pojavili i domaći, sibirski termometri. Ljudi su po prvi put pokušali izmjeriti snagu sibirske hladnoće. Živa se u termometru zamrzla, ne uspjevši se spustiti. Ali tada još nisu znali, da se živa smrzava, i zbog toga su mjerenja bila netočna.

Sve više promatranja, sve više brojeva je bilo u radovima učenjaka, u bilješkama putnika, u dnevnicima promatrača. Ljudi su marljivo skupljali gradivo za zgradu znanosti. Ali, kakva će ta zgrada biti, malo je tko mogao sebi predočiti.

Među akademicima je bio samo jedan čovjek, koji je umio gledati daleko u budućnost. On se nije htio pomiriti tim, da se »fizičari ne brinu toliko o objašnjenju zračnih promjena, koliko o ispunjenju svoje dužnosti. On je s tugom govorio, da je najbolji dio prirodnih znanosti gotovo umrtvljen«.

Taj se akademik zvao Mihailo Vasiljević Lomonosov (god. 1711.—1765.).

Razmišljajući o meteorologiji, on se trudio da shvati, zašto je »poznavanje zračnog kruga još pokriveno velikom tajnom«, usprkos skoro bezbrojnim promatranjima, koja su izvršili prirodoslovci ne samo u čitavoj Evropi, nego i u drugim dijelovima svijeta.

On je to objašnjavao time, da nesavršenost instrumenata, različite okolnosti i nejednaka »revnost« — marljivost promatrača stvaraju nered i umanjuju snagu rasuđivanja.

Pa ipak, on nije mogao ne povjerovati u tu »snagu rasuđivanja«, u snagu rada i znanosti. On je govorio: »Predvidjeti promjene vremena zaista je preteško i izgleda jedva dostižno. Ali radom se sve može postići, čemu kao

najbolji primjer može poslužiti proricanje kretanja nebeskih tijela, koje je kroz toliko mnogo vjekova ostalo nepoznato«.

Lomonosov nije žalio truda, da otkrije nepoznato, i nije jednom izlagao svoj život opasnosti, da bi postigao ono, što je izgledalo nedostižno.

Čak je i grom pokušao shvatiti i ukrotiti!

Baš je u to vrijeme američki učenjak Franclin bio izmislio klopku za grom — gromobran.

»Pojave, koje proizlaze od električne energije«, proučavali su i u Rusiji — Lomonosov i Rihman.

Ali se prirodna sila ponekad osvećuje onima, koji je pokušavaju obuzdati. Rihmana je ubio grom za vrijeme pokusa.

Lomonosova je duboko ožalostila sudbina prijatelja, ali ga je i sudbina znanosti zabrinjavala. On se bojao, da ta smrt ne zastraši fizičare i ne odvrati ih od daljnih ispitivanja.

Trudeći se da shvati, šta je oluja, on je prvi primijetio, da osim vjetra u atmosferi postoje još i uzlazne i silazne struje zraka. Ljetne nepogode češće se događaju onda, kad atmosfera nije postojana, kad se s ugrijane zemlje podiže prema nebu topao zrak.

I Lomonosov je pretpostavljao — možda prvi od svih ljudi na svijetu — da se promjene vremena mogu objasniti, ako se zna, kako se kreću zračne struje na ogromnim prostorima.

On je shvaćao, kako je to velika stvar — proricanje vremena, i pisao je, da ona »vrijedi zlatnih brda«.

U svom zanosu za meteorologiju Lomonosov je govorio:

»Ljudi ne bi imali šta da traže od boga, kad bi naučili točno predvidjeti promjenu vremena«.

Da bi se moglo predvidjeti vrijeme, Lomonosov je predlagao, da se na raznim stranama svijeta, i u raznim zemljama, osnuju meteorološki opservatoriji s automatskim bilježenjem.

Stanice s automatskim bilježenjem, rasijane po čitavoj planeti — eto, šta su vidjele ispred sebe dalekovidne Lomonosovljeve oči.

Ali, kako je tada još daleko bilo do takve svjetske automatske mreže!

Pa ipak je, iz godine u godinu, rastao broj stanica i motrilišta na zemlji.

Krug promatrača postajao je sve širi: deseci očiju promatrahu vrijeme i u Evropi, i u Indiji, i u Americi. Deseci ruku istodobno su se trudili da nacrtaju vrijeme — da skiciraju njegov portret. Ali to nije bila tako jednostavna stvar, kako se u početku moglo pomisliti.

Vrijeme je rđavo poziralo: ono je svakog časa mijenjalo svoj položaj.

Portret vremena

Zamislite slikare Liliputance, koji se trude da naslikaju Guliverov portret. Jedan se slikar smjestio kraj Guliverova nosa, drugi se prihvatio da nacrta uši, treći — ruke, četvrti — noge. Ali Guliver ne sjedi nepomično, već se kreće, vrpolji se — čini sve, kako bi onemogućio slikare, da ga slikaju.

A osim toga, i slikari se nisu sporazumjeli među sobom. Dok je jedan već uzeo paletu, drugi se tek sprema da ustane, a treći već slaže kistove.

Pritom i svaki od njih slika na svoj način: jedan brižljivo iscrtava olovkom najsitnije detalje, drugi povlači ugljenom samo opće konture, treći slika uljanim bojama, četvrti akvarelom.

I sve ove skice šalju se glavnom slikaru Liliputanije, koji treba da ih složi u jedinstven portret orijaša — Guliver.

Jadan glavni slikar! S kakvim on užasom otkriva, da je na portretu jedno Guliverovo oko otvoreno, a drugo zatvoreno; lijeva se polovica usta smije, a desna plače. Usne

su nacrtane s isplaženim jezikom, a lijevo uho sasvim nedostaje: slikar, koji je imao nacrtati lijevo uho toga dana, iz opravdanih razloga, nije došao na rad.

U isto takvom položaju našao se engleski fizičar James Jurin, kad je počeo dobivati bilješke o vremenu iz raznih zemalja. Promatranja nisu bila vršena istodobno. Jedan je promatrač ustajao u sedam sati ujutro, a drugi je, kako izgleda, spavao do deset. Jedan je obavljao večernje obračune u sedam, a drugi tek u devet sati uvečer. Ali su se za nekoliko sati i temperatura i tlak dospjeli promijeniti. Kad su svi ti podaci skupljeni zajedno, nije se dobio portret, već — karikatura.

Eto, o tome je Lomonosov i govorio: različite okolnosti, nesavršenstvo instrumenata i nejednaka »revnost« promatrača, stvarali su nered od svega onoga, što su uspjeli prikupiti.

Ali se još jedno znanstveno društvo prihvatilo istog posla. To je Mannheimsko meteorološko društvo. Meteorolozi u Mannheimu imaju prednost nad Jamesom Jurinom.

Njihova se prednost pred njim sastoji u tome, što su počeli poslije njega. Oni također šalju učenjacima cijelog svijeta poziv, da sudjeluju u općoj igri, ali već točnije priopćavaju pravila igre.

Jurinovo je iskustvo koristilo mannheimskim meteorolozima. Oni su u svojim pravilima predlagali: da se mjerenja ne vrše bilo kad, nego točno — u sedam sati izjutra, u dva sata popodne i u devet sati uvečer. Zajedno s pravilima igre slan je i čitav potrebni pribor, potpuna garnitura instrumenata. Pedeset i sedam takvih garnitura bilo je besplatno razaslano. No sad su svi promatrači morali praviti svoja trenutna bilježenja vremena, u jednom istom trenutku i na isti način.

Ovoga se puta prihvatilo posla trideset i devet stanica. Od ovih, tri su se nalazile u Rusiji — u Moskvi, u Petrogradu i na Uralu — u Pišmenskom zavodu. Dvije su stanice bile u Sjevernoj Americi, a jedna — na Grönlandu. Svake godine promatranja svih ovih stanica skupljena su

i štampana u obliku velikog zbornika, koji se nazivao — »Efemeride«. Efemernim se naziva sve, što je trenutno, što brzo iščezava.

Ali ova trenutna bilježenja vremena nisu iščezla, nisu izgubljena za znanost.

To su bili trenuci, koje su ljudi uspjeli sačuvati za to, da bi se u trenutnom našlo vječno, u promjenljivom nepromjenljivo. A nepromjenljivi su u prirodi samo njezini zakoni. Vrijeme se mijenja. Zakoni prirode ostaju.

ČETVRTO POGLAVLJE

ZAKONI VJETROVA I OLUJA

Drugi ključ za staru zagonetku

Nekad su Grci našli ključ za zagonetku o tome, zašto je na jugu toplo, a na sjeveru hladno. Oni su shvatili, da u prirodi postoji zakon, koji sprečava sjeverne hladnoće, da dolaze u afričke pustinje.

Grci su zaključili: sve se svodi na klimu, na nagib sunčanih zraka, ali to je bio samo jedan ključ za rješenje, a zagonetka nije bila samo pod jednim katancem.

I eto, nastalo je doba, kad su ljudi uspjeli pronaći i drugi ključ.

Pronašli su ga, jer su počeli bolje vidjeti. Oni već nisu gledali na svijet samo svojim vlastitim očima, nego i očima sprava. Učenjaci su pažljivo proučavali brojeve i tablice prvih meteoroloških stanica i trudili se da u njima pronađu zakone klime i granice određene za vrijeme.

Čuveni putnik i istraživač prirode Aleksandar Humboldt (1769.—1859.) naročito je pažljivo promatrao brojke, koje su označavale temperaturu na raznim točkama zemljine kugle. Te su brojke bile promjenljive, trenutne. Živa u termometru nije stajala nepokretno. Svaki topli dah vjetra mogao ju je natjerati, da se popne. Danas je temperatura bila jedna, a sutra — u tom istom mjestu i u isto vrijeme — druga.

Humboldt je pokušavao u hirovitoj igri topline i hladnoće naći ono zajedničko, postojano, naći pravila igre — jer nema igre bez pravila.

On je pokušao iz ovih kolebljivih brojki dobiti druge, stalnije, koje ne zavise od slučajnih uzroka. On je uzeo sve temperature, izmjerene u toku godine na jednoj stanici, zbrojio ih i podijelio s brojem dana u godini. Dobivena je srednja godišnja temperatura. To je bio srednji nivo, oko koga se kolebala živa termometra.

Ali, jedna godina nije slična drugoj. I tu je također bilo kolebljivosti svoje vrste. A Humboldt je htio naći nešto nepromjenljivo, na vječito promjenljivom licu vremena sagledati nepromjenljive crte klime. On je uzeo srednje godišnje temperature za više godina, ponovo ih zbrojio i podijelio s brojem godina.

Sad je već dobivena višegodišnja srednja temperatura godine. To je bila točka oslonca u kolebljivom moru hladnih i toplih valova. Takve je brojke Humboldt izračunao za svih pedeset i osam stanica, na kojima su vršena promatranja.

Zatim je uzeo kartu i unio u nju ove brojke tamo, gdje su se nalazile stanice. Takve karte sastavio je posebno za zimu i za ljeto.

Opet je dobiveno šarenilo. Ali je u ovom šarenilu oštro učenjakovo oko već nalazilo »neki« red.

Humboldt je bio geograf, a geografi su navikli da točke, koje leže na istoj visini, povezuju linijama. Te krivudave linije na karti označuju planine i doline tako jasno, kao što linije pod slikarevim kistom označuju crte čovječjeg lika.

Humboldt je odlučio iskoristiti svoje staro iskustvo geografa. Spojio je linijama — izotermama — sve točke na karti, koje su imale jednake temperature.

I pred njim se pojavio nov, ranije neviđen pejsaž. Tu su također, kao na običnom zemljovidu, bile planine i doline, nagibi i uvale.

Nekad su Grci mislili, da se temperatura postupno spušta od ekvatora prema polovima. Ako bi to bilo tako, onda bi sve izoterme na Humboldtovim kartama opasivale zemlju paralelno s ekvatorom.

I najednom se pokazalo, da temperaturni pejsaž nikako nije tako jednoličan. Na pojedinim su mjestima bile temperaturne planine — tu je živa stajala visoko, tu je bilo toplo. Na drugim su, na istom razmaku od ekvatora, bile temperaturne nizine — tu je bilo hladno.

Negdje u Irskoj još su se šarenili lugovi u cvijeću, a na toj istoj širini u Sibiru, u isto godišnje doba, već je ležao snijeg.

Sunce se u Irskoj nalazilo isto tako visoko, kao na istoj paraleli u Sibiru. Nagib zraka bio je isti, dok je klima bila drukčija. Pokazalo se, da se klima pogrešno naziva klimom. Nije se radilo samo o nagibu zraka.

Teško je promijeniti ime mnogo godina poslije rođenja. Riječ »klima« ostala je, ali su je ljudi već drukčije shvaćali. Bilo im je jasno, da za klimu ne odgovara samo sunce, nego i zemlja sa svim svojim osobitostima.

Kad zemlja ne bi bila zemlja, nego ravna kugla, bez kopna i oceana, bez planina i ravnica, kad bi ona bila globus, na kome su voda i kopno samo nacrtani, tada bi stvarno u Sibiru bilo uvijek isto onako toplo, kao i u Irskoj.

Ali zemlja — nije globus. I onaj, tko želi shvatiti, što je to klima zemljine kugle, mora pobliže upoznati, što je to zemljina kugla.

Od Humboldta nitko bolje nije poznavao zemljinu kuglu. On je nju poznavao ne samo po globusu. On ju je proputovao uzduž i poprijeko, bio je i u tropskim šumama, i na vrhovima planina Južne Amerike i na obalama sibirskih rijeka. On se vlastitim iskustvom uvjerio, da se klima ne obazire na zamišljene krugove — paralele, koje dijele globus na pojase.

On je znao, da klimatski pojasi najmanje naliče na pojas. U šumama klima nije bila onakva, kao u stepama na istoj širini; u primorskim zemljama bila je drukčija, nego u onim, koje su daleko od mora. Humboldt je pred sobom

vidio čitav svijet, čitav kozmos. On nije uzalud napisao knjigu, koju je i nazvao »Kozmos«. On je shvatio, kako je složen život zemlje.

More sa svojim toplim i hladnim strujama, kopno sa svojim planinama i ravnicama, šumama i travama, zračni ocean iznad mora i iznad kopna — sve su to dijelovi velike cjeline. Oni su međusobno povezani, oni zavise jedno od drugog. Oni imaju zajednički život.

Humboldtu je bilo jasno, da treba proučiti život zemlje, shvatiti, da kopno, more i zrak, svi zajedno stvaraju klimu i vrijeme!

Kopno i more igraju lopte

Mnogo je toga bilo poznato i prije Humboldta. Ljudi su već shvaćali, na primjer, zašto u Indijskom oceanu duvaju monsuni. Monsuni su igra, u kojoj sudjeluju dva igrača: kopno i more. A vjetar — on je lopta, kojom igraju.

Igra teče ovako:

Ljeti se kopno više ugrije od mora. Ugrijani zrak iznad njega penje se uvis, kao što je to po pravilima igre, i ustupa mjesto hladnom zraku s mora. Duva ljetni monsun.

More baca loptu kopnu.

Zimi se brže hladi kopno. Ovoga se puta topliji zrak pojavljuje iznad mora. On se penje i ustupa mjesto zraku s kopna. Duva zimski monsun.

Kopno baca loptu moru.

I tako, more i kopno, iz godine u godinu, bez žurbe, igraju lopte. Igra im ne dosađuje.

Pravila ove igre odgonetnuo je engleski učenjak Headley još u XVIII. stoljeću.

Headley je odgonetnuo pravila i druge jedne igre, u kojoj također sudjeluje vjetar, i koja također nikad ne prestaje.

Pomorci su se već odavno koristili pasatima za svoje brodove. Pasati nose brodove samo u jednom pravcu: na

sjevernoj polutki oni neumorno duvaju sa sjeveroistoka, a na južnoj polutki — s jugoistoka. Pomorci su to znali, ali nisu shvaćali, o čemu se radi.

Headley je shvatio, da se ova igra zasniva na istom pravilu: ugrijani se zrak diže i ustupa mjesto hladnom. Na ekvatoru se zrak ugrije, podiže i kreće k suptropskom pojasu. Usput se hladi, pada naniže, i kreće k ekvatoru. Na ekvatoru se ugrije, podiže, i kreće suptropskom pojasu. Usput se hladi... i tako u beskonačnost.

Ova igra nema kraja, kao priča o crvenom vrapcu. Vjetar se kreće kružnim putem: od ekvatora k suptropskim predjelima i obratno.

Kad ide naniže, naziva se pasat, a kad ide naviše — antipasat. A zajedno pasat i antipasat čine gigantski točak, koji sunce pokreće.

Tako su se pred ljudskim očima počeli ocrtavati točkovi ogromnoga kozmičkog stroja.

Taj je stroj svojim neumornim kretanjem stvarao i pasate, i monsune i sve druge vjetrove na svijetu.

Ljudima je bilo sve jasnije, da i zemlja, i sunce, i kopno, i more, i planine, i rijeke, i oblaci i vjetrovi sudjeluju u jednoj velikoj svjetskoj igri.

Iz mnoštva pojedinačnih činjenica, brojki, promatranja pojavljivao se jedinstveni lik prirode, javljala se predodžba o tome, kako ona živi, kako provodi svoje dane i godine.

Pejsaž vremena

Kad su Humboldt i njegovi sljedbenici izračunavali srednje brojke i stvarali svoje karte, oni nisu crtali vrijeme, kakvo je danas, ili, kakvo je bilo jučer, već srednje vrijeme zime i ljeta, siječnja i srpnja. To je bilo potrebno, da bi se proučili zakoni klime.

Tako isto postupa i anatom, kad u svom atlasu ne predočava nekog određenog čovjeka, nego čovjeka uopće.

»Čovjek uopće« — srednjeg je rasta, srednje veličine nosa, srednje dužine ruku i nogu.

Taj idealni čovjek nalik je na sve ljude, a u isto vrijeme ne naliči ni na jednog određenog, živog čovjeka.

Da bi se predočio živ čovjek, treba ga nacrtati onakva, kakav je, sa svima njegovim vlastitim crtama, s nosem, koji se ne podvrgava pravilima, s madežom na obrazu, s izražajem, koji se začas može zamijeniti drugim.

Nijedan slikar ne će početi da mjeri tisuće noseva, da zbraja dobivene brojeve i da ih dijeli s brojem noseva, da bi dobio srednji idealni nos.

Za proučavanje klime bili su prikladni srednji brojevi, ali da bi se proučila živa priroda, trebalo je nacrtati njezin portret iz prirode i žuriti se, jer ona loše pozira.

Kakav su portret izradili deseci umjetnika — promatrača, koji su bili raspoređeni i na Britanskim otocima, i na Uralu, i u Sjevernoj Americi i na Grönlandu?

Najprije, to su bili naprosto znakovi i brojevi u tablicama. Ti brojevi i znakovi ukratko su govorili o tome, što su »vidjeli« — svaki na svom stražarskom mjestu — deseci vjetrokaza, barometara, termometara.

Ali znakovi i brojke — nisu ni linije ni boje. Zar bismo mi mogli zamisliti lice nekog čovjeka, ako bi nam se umjesto njegove slike pokazala tablica: dužina nosa — tolika; visina čela — tolika; razmak među očima — toliki.

Da bi se nacrtao portret vremena, trebalo je od brojeva prijeći na linije. I meteorolozi čine takav pokušaj.

Svaku stanicu oni predočavaju jednom točkom na karti, a pravac vjetra — strelicom. Ali, kako da se predoči ono, što vidi »staklo vremena« — barometar?

Na jednoj je stanici stup žive u barometru visok, na drugoj niži, a na trećoj — još niži.

Kako da se to preglednije nacrta?

Kao i Humboldt, i meteorolozi su se počeli učiti od geografa. Po uzoru na geografe, oni su spojili linijama sve one točke na karti, gdje je živa barometra bila na istoj visini. I opet su dobili nešto nalik na planinski pejsaž. Tu su bile i planine, i doline i nizine. Samo ove planine nisu bile visoke na kilometre, nego na milimetre, jer se pritisak

mjeri milimetrima živina stupa. Gdje je tlak bio visok — na karti je bila planina. Gdje je tlak bio nizak — tamo je bila nizina.

I ove barometarske planine i nizine, maksimumi i minimumi, nisu stajali na jednom istom mjestu. Oni su se kretali. A nisu se kretali proizvoljno, nego po nekim svojim zakonima — najčešće sa zapada k istoku.

Ljudi su napokon ugledali živo vrijeme — pa iako ne na samoj zemlji, a to na njezinoj karti.

I tako se ustanovilo, da vrijeme ne stoji na mjestu, nego se kreće. To je ulijevalo nadu; da ćemo se naučiti da proričemo vrijeme na temelju znanosti, a ne kao nekad — po zvijezdama ili po talogu kave.

Jer, ako vrijeme odnekle ide prema nama, noseći sa sobom tovar magle i oblaka, oluja i nepogoda — zar se ne može proreći, kad će ono doći i što će nam donijeti. Možda će ono usput izgubiti dio svoje prtljage ili možda nabaviti i novu. Ali je moguće naučiti, da se i to predvidi. Na moru ono uzima sa sobom vodu, a u pustinji — prašinu.

Eto, kakve su smjele misli počele padati ljudima na um, kad su shvatili, da vrijeme pravi po zemlji šetnje od tisuće kilometara.

Nešto je počelo bivati jasnijim; pred nama se otkrivao nekakav novi prostor za misli i za rad.

Ali je do pune jasnoće bilo još daleko. Jer su čak i portreti vremena bili još veoma nesavršeni. Ni ono samo sebe ne bi prepoznalo na tim prvim skicama, prvim sinoptičkim kartama.

Takve se karte nazivaju sinoptičke prema riječi »synopsis« — pregled. Gledajući na kartu, može se pregledno vidjeti vrijeme na ogromnom protsoru; u isti mah vidjeti sve, što vide aparati na mnogim stanicama, a na svakoj stanici nije samo jedan aparat, već nekoliko njih.

Ali nije nam poznato zašto je onda na prvim sinoptičkim kartama, koje je u početku devetnaestog stoljeća sastavio meteorolog Brandes, bilo pokazano samo ono, što su »vidjela« dva aparata — vjetrokaz i barometar. A termometar, na primjer, nije doživio tu čast.

Izgledalo je, kao da je slikar imao sve boje, ali se koristio samo dvjema, berlinskom nebeskoplavom i karminom. On je označio oči otvorenoplavom bojom, a crvenom usne i rumenilo na obrazima. Ali sve ostalo nije dospjelo na portret. Na portretu nije bilo lice, već samo nagovještavanje lika.

Pa ipak se i po tako nepotpunu portretu moglo nazreti lice vremena, vidjeti, kako se njegove crte mijenjaju.

Zakoni vjetrova i oluja

»Slobodan kao vjetar«, »vjetar nema zakona« — tako su mislili ljudi.

I Brandes, razgledajući svoje sinoptičke karte i sravnjujući ih međusobno, otkriva, da ni slobodan vjetar nema svoje slobode. Ne samo za pasate i monsune, nego i za svaki drugi vjetar postoje zakoni.

Na sinoptičkoj su karti bile strelice i linije, planine i nizine. Strelice su označavale vjetar, a planine nisu bile prave, ne od kamena — one su pokazivale, gdje je pritisak zraka viši, a gdje niži. Kad se Brandes pažljivo udubio u još neviđeni pejsaž, ugledao je zračne struje: zrak se slivao s barometarskih planina u barometarske nizine. On je išao odanle, gdje je tlak bio viši, tamo, gdje je tlak bio niži.

Kad voda teče s planina u mora, zemlja je svojim okretanjem zanosi. Otuda su na sjevernoj polutki desne obale rijeka uvijek okomitije od lijevih, — rijeka podriva obalu, skrećući udesno.

Ali zračna struja nema obala. Ništa joj ne smeta da skreće ustranu od svoga puta.

I upravo je to zapazio Brandes: zrak struji odanle, gdje je tlak viši, onamo, gdje je tlak niži, i pri tome skreće udesno.

Takav je bio zakon vjetra.

Da bi ga shvatili, ljudi su morali naučiti da vide i misle na nov način. Trebalo je vidjeti Nevidljive i predočiti pejsaž, koji je pristupačan samo misaonu pogledu.

To je bilo tako teško, da je zakon vjetra nekoliko puta bio zaboravljan i ponovo otkrivan.

Brandes ga je otkrio u početku prošlog stoljeća. A sredinom stoljeća taj su zakon ponovo otkrili — najprije Ferrel, a zatim — Ballo. I Brandesov zakon počeli su nazivati zakonom Beis-Balloa.

Uostalom, nisu svi učenjaci bili zaboravili na Brandesove radove. U Njemačkoj je bio profesor Dove. On je nastavio pažljivo proučavati sinoptičke karte, koje je izradio Brandes. Svaka je karta bila kao slika skrivačica, gdje oko nije odmah nalazilo ono, što je skriveno.

Promatrajući karte, Dove je opazio da strelice vjetra ponekad kao da jure jedna za drugom u krug. Vjetar kao da se vrtio poput točka. I to nije bila slučajnost. Takvi točkovi od strelica vidjeli su se na mnogim kartama.

Dove se nehotice sjetio tropskih vihora-ciklona.

Nedao bog da brod upadne u točak ciklona. Zar ovom zračnom točku treba mnogo vremena da pokida jedra, polomi jarbole i pošalje brod na dno!

Dove je zaključio da ciklona ima ne samo u tropskim, nego i u našim krajevima. U tropskim predjelima vihori su uočljiviji, zato što su manji. Kod nas oni zauzimaju tako ogromne prostore, da su mogli biti otkriveni tek kad su u umanjenu obliku dospjeli na kartu.

Da bi se vidjelo ono, što se ne vidi, ne treba uvijek povećavati — kao s dalekozorom i mikroskopom; ponekad treba i umanjiti.

Ali, vidjeti ciklon — nije dovoljno. Treba otkriti odakle on dolazi i zašto nastaje. Karta je postavila pitanje, ali nije davala odgovor. A usto, to još nije ni bio potpun odraz. Karta je pokazivala ono, što su vidjeli vjetrokaz i barometar. Ali su promatrači vremena imali još i druge pomoćnike. Na najglavniji od njih, na termometar, Brandes je zaboravio, kad je radio svoje karte. On je stvarno povjerovao, da je barometar »staklo vremena«, »ogledalo vremena«. I on nije shvatio, da barometar ne vidi sve i ne odražava sve.

Dove pak poče promatrati, uzevši u pomoć ne samo barometar, nego i termometar.

On vidi, kako se po zemlji kreće sa sjevera hladna zračna struja, koja natjerava živu u termometru da pada. Hladna se struja kreće po dnu, preplavljujući doline, ispunjavajući klisure. U planinama je još toplo, a dolje — već hladno.

I Dove bilježi u svoj dnevnik:

»Stanovnici Wünschelburga, želeći da iskoriste divno zimsko jutro, odlučili su se za izlet i pošli u Grac, koji leži znatno niže od Wünschelburga. I oni nisu mogli shvatiti zašto je dolje mnogo hladnije nego gore«.

To je zaista bilo teško shvatiti. Jer, obično se događa obratno. Stanovnici dolina gledaju u planine i vide, kako im odanle dolazi zima, kako se sve niže i niže spušta snježni pojas.

Ali je Dove gledao prirodu drugim očima. On je vidio samo hladnu zračnu rijeku, koja je preplavila doline, ali se nije mogla dohvatiti planinskih vrhova.

Dove je pratio očima kretanje nevidljive struje. Ova je struja nosila sobom u povijesti nezapamćene hladnoće. Čak i Vezuv u toploj Italiji — i on je bio pokriven snijegom. U Grčkoj su se ljudi smrzavali po ulicama gradova. Ubitačna hladna struja išla je sve dalje i dalje, dok nije dospjela u Afriku. U Tripolisu je pao snijeg, premda ga tamo nikad nisu vidjeli. U pustinjama se smrzlo mnogo gazela. Ove jadne gazele, razmažene toplinom, bile su nezaštićene pred naletom Sjevera.

Ali je živa u barometru počela naglo padati, a u termometru se penjati. Vjetar se počeo brzo mijenjati: sjeveroistočni se izmijenio sa sjevernim, a sjeverni sa sjeverozapadnim. Izgledalo je da je gigantski zračni točak stavljen u pokret.

Što je natjeralo vjetar da se vrati? Zašto je hladnoću tako naglo zamijenila toplina, a studen — jugovina? Do proljeća je pak bilo još daleko!

To je s juga došla jedna druga snažna struja, noseći sa sobom toplinu zemalja, koje leže na ekvatoru.

Dvije su se struje susrele. A njihov susret nije bio miran. Nijedna se od njih nije htjela drugoj ukloniti s puta.

Sukob je bio neminovan. Dva su se neprijatelja zakovitlala u borbi. Ovaj vihor, ovaj ciklon pomicao se prema sjeveru. Jasno je bilo, da je topla struja nadvladala hladnu i natjerala je na povlačenje. Svakim se danom bojno polje premještalo sve dalje i dalje k sjeveru.

Zar se davno odigravala borba usred Evrope. A eto, već se vodila kraj obala Skandinavskog poluotoka. Moglo se pomisliti, da ekvatorska struja nastoji potjerati svoga protivnika natrag za polarni krug.

Ljudi nisu vidjeli borbu divova. Ali su vidjeli, kako se izmjenjuju oblačići, kako se sve niže i niže spuštaju tamni oblaci. Ovi su se oblaci nadnosili kao neke čupave bunde — krećući se s ovratnikom naprijed. Snježne su pahuljice ispunile čitav prostor između oblaka i zemlje. Na kopnu je bjesnjela vijavica, zatrpavajući putove, zaustavljajući vlakove. A na moru je bura dizala, uspinjala brda vode i potapala brodove.

Dove je s uzbuđenjem pratio dvoboj. On je vidio, kako ekvatorska topla struja pobjeđuje svoga protivnika i uspostavlja svoju vlast nad cijelom Evropom.

Ekvatorska struja trijumfira. No, kako dugo će tako?

Možda će proći nedjelja-dvije, a polarna će struja prodrijeti na jug, i ovog će puta ekvatorska biti prisiljena na povlačenje.

Ovaj rat sjevera protiv juga skupo je stajao ljude.

Koliko je pomoraca bilo manje na brodovima poslije svake oluje!

Ali proučavajući zakone oluje, ljudi su već unaprijed vidjeli vrijeme, kad će moći ne samo promatrati oluju, nego i boriti se protiv nje.

Uostalom, tako dalekovidnih ljudi nije bilo mnogo.

Kad se pojavila Doveova knjiga, mnogi su se učenjaci izjasnili protiv nje. U njoj još nije bilo sve jasno, i to je bila njezina slaba strana.

Ali se nađoše i njezini saveznici. Oni se nisu našli u Doveovoj domovini, u Njemačkoj, nego na sjeveru — u Rusiji.

Ruski meteorolozi prednjače

U samom početku XIX. stoljeća u Rusiji je bilo samo 7 stanica, a dva decenija kasnije njihov se broj popeo na 27. Promatrači su bili i pravi učenjaci i amateri. Među njima se moglo naći i članova Akademije, i nastavnika gimnazije, svećenika i apotekarskih pomoćnika, profesora i gubernatora.

Nije ni čudo, što u radu ruskih promatrača u to vrijeme nije bilo velikog reda, ali je i tada već bilo ljudi, koji su se, kao Lomonosov, brinuli oko stvaranja meteorološke mreže, koja bi radila prema zajedničkom planu.

Takav je, na primjer, bio osnivač Harkovskog sveučilišta Karazin.

Godine 1810. on je održao govor na skupu Moskovskog društva prirodoslovaca, u kome je vatreno dokazivao, da je potrebno stvoriti stotine meteoroloških opservatorija, razmještenih po čitavom ogromnom prostoru Rusije — od Kole do Tiflisa, od Libave do Nižnje-Kolinska. Ovi bi opservatoriji morali raditi po jedinstvenom planu, i sva bi se njihova zapažanja mogla prikupljati u jednom znanstvenom društvu.

Karazin je govorio, da ako se Rusija prva prihvati jednog tako velikog pothvata, ovome će se, nesumnjivo, pridružiti znanstvena društva i moreplovci svih zemalja, da bi se zajedničkim snagama proučavao zračni omotač zemljine kugle.

Prošlo je još četvrt stoljeća, i za uređenje meteorološke službe prihvatio se uporni i vrijedni član akademije Kupfer. On je putovao po Rusiji i osnivao opservatorije pri rudnicima. On je uspio stvoriti i uzoran normalni opservatorij — pri Rudarskom institutu u Petrogradu.

No on je htio još više, htio je stvoriti Glavni fizički opservatorij, koji bi upravljao radom svih stanica.

Deseci promatrača motrili su vrijeme u raznim gradovima Rusije. Trebalo je ujediniti njihove napore, da bi se moglo motriti vrijeme u čitavoj zemlji.

Ali je uređenje glavnog opservatorija zahtijevalo velika sredstva. Samo bakreni krov za magnetski paviljon

stajao bi mnogo novaca, a željezni se krov nije smio podići — u magnetskom opservatoriju nije smjelo biti željeza.

Činovnici, od kojih je sve zavisilo, činili su sve da onemoguće pothvat: oni nisu shvaćali njegovo značenje.

Kupfer je pisao izvještaje i obijao pragove ministarstava.

Na sreću za pothvat, Kupfer je neočekivano dobio utjecajna saveznika — čuvenog učenjaka Humboldta.

Humboldt je baš u to vrijeme završio putovanje po Sibiru i na povratku se zadržao u Petrogradu, u Akademiji znanosti.

Ovaj je čovjek s pravom mogao sebe smatrati građaninom zemljine kugle. Njega su podjednako zanimale i Amazonka i Irtiš. Iste su sprave bile s njim i u Južnoj Americi i na obali rijeke Oba. On se nije mogao smiriti na jednom mjestu u Evropi. On je želio da se svojim očima uvjeri i usporedi meksikanske planine i Altaj, savane Orinoka i sibirske stepe, zlatonosne zemlje Urala i Nove Grenade.

Kada mu je Kupfer iznio svoje planove, Humboldt se za njih toliko zagrijao, kao da su se ticali njegove vlastite zemlje. On je napisao pismo Nikoli I. Čuveni je stranac mogao sebi dopustiti ono, na što se ne bi odlučio podanik: da daje savjete caru.

I tako godine 1849., kad je Londonsko kraljevsko društvo još samo raspravljalo o uređenju Centralnog fizičkog opservatorija, u Petrogradu je takav opservatorij već otpočeo radom.

Jedan je pariski list pisao o tome: »Mi i ne opažamo, kako nas stranci prestižu u znanosti. Eto, Rusija je osnovala bez velike buke Glavni fizički opservatorij, koji ima ogromno značenje. Nečeg slična nema dosad još nigdje u Evropi.«

Opservatorij je bio sagrađen na Vasiljevskom otoku, pokraj Rudarskog instituta. Tamo se i sad okreće vjetrokaz iznad visoke crvene kule.

Pedeset i pet ruskih stanica počeše slati svoja zapažanja u Glavni fizički opservatorij.

6*

Ono, o čemu je Kupfer tako dugo maštao, konačno je ostvareno.

Osim Kupfera, bio je tih godina u Rusiji još jedan izvanredan meteorolog — moskovski profesor Spaski.

Spaski je, kao i Dove, pažljivo pratio vihore i oluje, svaku vijavicu i mećavu. U svojoj knjizi »O moskovskoj klimi« on je prikazao sve peripetije borbe između tropskih i polarnih struja. On je pričao, kako ta borba ponekad biva dugotrajna.

Dugo vremena nadmoć ostaje naizmjenično čas na jednoj, čas na drugoj strani. Barometar se čas penje, čas pada. Nebo se čas razvedri, čas se pokrije oblacima. U proljeće i jesen ne događa se rijetko da kišu izmjenjuje snijeg, ili grad i obratno — s obzirom na to, koja je struja prilikom susreta bila privremeno nadmoćnija.

Spaski je pisao o borbi zračnih struja kao o ratu dviju armija. Ovaj se rat završavao time, što jedna vojska pobjeđuje i uspostavlja svoju vlast na otetom teritoriju — svoje vrijeme.

Iste godine 1850., kada je Dove pratio vijavice i oluje na ogromnoj fronti od Švedske do Tripolitanije — Spaski je također i u Rusiji pratio veliku bitku zračnih struja. Početkom prosinca vladao je polarni zrak. Šestog prosinca barometar je počeo padati, — približavala se ekvatorska struja . . .

Spaski je pisao:

Ustuknuvši od prvog naleta ekvatorske struje, polarna je struja ponovo prikupila svoje snage da odbije napad neprijatelja. Ujutro, 9. prosinca vrijeme je bilo mirno, zatim poče duvati sjeverni vjetar . . .«

Jugovinu je zamijenila mećava. Na stotine ljudi bilo je zavijano snijegom i smrznuto. Mnogi nisu mogli odmah biti pronađeni — toliko je napadalo snijega. Snaga vjetra bila je tako velika, da je porušila mnoge kuće.

Spaski je dobro znao uzroke ove divlje oluje.

»Ovaj atmosferski nered — pisao je on — nastao je zbog borbe između dviju zračnih struja, borbe pomoću koje nam g. Dove pruža mogućnost, da objasnimo velik

dio atmosferskih pojava. Ipak neki učenjaci, usprkos nesumnjivih i jasnih dokaza, nastavljaju i dalje poricati točnost ove teorije.«

Tako je Dove našao saveznika u Moskvi. Njegovu knjigu »Zakon oluja na moru« preveo je na ruski jezik oficir Pavle Mordovin.

Koga bi, ako ne pomorca, mogao interesirati »zakon oluje na moru«?

Znanost pomoraca

U naše se doba vremenom najviše bave zrakoplovci. Ali je sredinom prošlog stoljeća meteorologija bila znanost pomoraca. Pomorci su isto tako često psovali »nepovoljan vjetar«, kao što zrakoplovci sada psuju »nepovoljno vrijeme«.

Snaga vjetra mjerena je brojem jedara, koja su mogla nositi brod.

Vjetar je, kao đak u školi, dobivao oznake — ocjene.

Nulu je dobivao vjetar — nevidljivi, kada se nije kretao. Tada je na moru bila bezvjetrica — i brod se nije mogao maknuti s mjesta. Jedinicu je dobivao najljenji vjetar, koji nije nosio brod naprijed, nego ga ovlaš gurkao.

Dvojku je dobivao vjetar, kad bi brod dostigao brzinu od dva čvora — na moru se brzina broda mjeri čvorovima.

Počevši s peticom, ocjene više nisu stavljane prema brzini kretanja, nego prema broju jedara. Kod ocjene pet brod su nosili bombramseli, kod devet kapetan je naređivao, da se razapnu marseli i donja jedra na katarci. Kod ocjene jedanaest — već je bila jaka oluja i brod je smio ploviti samo sa stakselima za oluju.

Ocjenu dvanaest dobivao je najjači vjetar — orkan, kod koga brod ne smije razapeti nikakva jedra. Njenu bi trebalo dati jedinicu iz vladanja, a stavili su mu najveću ocjenu.

Kad je admiral Beaufort sastavljao tablicu ocjena, on je sigurno mislio da će pomorci vječito ploviti pod jedrima.

A ipak je već tada bio pušten u vodu prvi parobrod, kome je bilo suđeno da postane suparnik jedrenjaka.

Da je Beaufort mogao prozreti sto godina unaprijed, ne bi prepoznao more. Umjesto brigova, fregata i korveta, vidio bi krstarice, linijske brodove i ogromne brodove prekooceanske plovidbe. Umjesto bijelih jedara, vidio bi iznad brodova sivi dim iz dimnjaka.

On ne bi prepoznao ni svoju vlastitu tablicu. Ona i sad ima dvanaest ocjena, ali koliko je ona postala suhozemna!

Vjetar sad ne dobiva ocjene prema tome, koja jedra razapinje, nego prema svom vladanju na kopnu: da li savija grane drveća, da li lomi stupove i stabla, da li skida krovove s kuća.

Ali sredinom prošlog stoljeća Beaufortova tablica egzistirala je još u svom prvobitnom pomorskom obliku.

Među meteorolozima je bilo prilično pomoraca, i često se dešavalo, da su se isti ljudi bavili proučavanjem i zračnog i vodenog oceana.

To je bilo vrijeme, kad je osvajanje svjetskog oceana išlo sve brže i brže. Narodi i države su se takmičili između sebe u broju pomorskih ekspedicija oko svijeta. Na prvom mjestu bili su Englezi, na drugom — Rusi.

Kruzenštern, Lisjanski, Saričev, Kocebu, Belingshauzen, Golovin — ovi ruski moreplovci početkom XIX. stoljeća krstarili su po oceanima u svim pravcima. Njihova imena zna svaki istraživač mora.

Daleko iza Engleza i Rusa ostali su Američani, Nijemci.

Put preko mora i oceana bio je put k bogatstvu. Preko oceana kao preko široke tezge obavljala se trgovina: s jedne strane bili su prodavači, s druge kupci. Jedni su trgovali kolonijalnim stvarima, drugi — industrijskim prerađevinama. I brodovi, poput ruku, išli su tamo-amo po oceanu, prenoseći robu s jednog kraja tezge na drugi. Ali ova tezga nije bila naročito sigurna i pouzdana. Svaka je oluja mogla zadržati robu na putu, mogla ju je otpisati kao gubitak.

Zbog trgovine je trebalo ploviti, trebalo je poznavati zakone vode i vjetra.

Voda i vjetar ne mogu se proučavati posebno. Vjetrovi podižu vodu u oceanu. Vjetrovi gone vodu, stvarajući struje — rijeke bez obala. Zrak, voda i kopno žive istim svjetskim životom, koji je trebalo proučiti i shvatiti.

Do tog vremena ljudi su se konačno uvjerili, da voda ne ide iz oceana u kopno podzemnim, nego zračnim putem, a vraća se u ocean i po zemlji, i ispod zemlje i kroz zrak.

Francuski je fizičar Mariotte još u XVIII. stoljeću dokazao, da kiša pothranjuje rijeke, da voda u rijekama raste od kiša, a opada za vrijeme suše.

A poslije njega je Englez Galley uveo primopredajnu knjigu za Sredozemno more. I uspostavilo se, da more troši na oblake onoliko vode, koliko rijeke u njega donose.

Tako se ocrtavao put vode na kopnu. Ali na moru je put vode postajao sve očigledniji. Mjerena je temperatura i gustoća vode u oceanu, ispitivan je okus i boja vode, određivano, koliko je u njoj soli.

Ljudi su proučavali podvodno carstvo, skriveno od njihovih očiju.

Još od davnih vremena nastojali su prodrijeti što dublje, doprijeti do oceanskog dna. To je Magelan pokušao uraditi još u XVI. stoljeću. Njegovim je brodovima uspjelo obići oko svijeta. Ali do dna oceana on nije dospio.

Trista godina kasnije — u početku XIX. stoljeća — do oceanskog je dna pokušao doprijeti ruski moreplovac Belingshauzen, koji je plovio na šalupi[1] »Istok«. Ali ni on nije u tome uspio. Dno oceana bilo je tako daleko, da je izgledalo kao da ga i nema.

Ali ocean nije mogao biti bez dna. Dno je negdje moralo postojati. Pa ipak, kad su u ocean spuštali konopac s teretom, taj konopac — pomorci ga nazivaju — »lotlinj« — odmotavao se i silazio u vodu metar po metar, a dna nikako nije bilo: ruka mjernika nije osjećala udarac lota o dno.

Ukoliko je dubina bila veća, utoliko je konopac morao biti deblji, da se ne bi iskidao zbog vlastite težine. Za du-

---

[1] Šalupa — ratna lađa s jednim jarbolom. — *Ur.*

binu od nekoliko kilometara moglo je čak i debelo uže biti nedovoljno jako. A i koristi bi od takvog užeta bilo malo. Jer što je ono deblje, to je teže osjetiti trzaj — udarac lota o dno.

Trebalo je izmisliti novu spravu — dubinomjer za takve dubine, kakve još nitko nije imao prilike mjeriti. Izmislio ga je ruski učenjak Lenc, koji je plovio na šalupi »Pothvat«. Ali je na to kasnije zaboravljeno, i dubinomjer je ponovo izmislio Englez Thompson.

Dubinomjer je složen stroj. On se sam koči i zaustavlja, kad lot dostigne do dna. I strelice na brojčanicima same pokazuju, na kojoj je dubini dno. Umjesto konopca, taj stroj ima čeličnu žicu.

Tako su se pomorci naučili mjeriti dubinu mora.

Ali mornare su najviše zanimali vjetrovi i struje, jer je to bila ona snaga, koja ih je nosila po moru. Dim parobroda na obzorju još je bio rijetkost. Na moru su kao i prije gospodarili jedrenjaci. A jedrenjak se uvijek nastoji držati povoljna vjetra i struje, kao što trolejbus ide onuda, kuda ga vodi usputni tok električne energije.

Ali se žica lijepo vidi iznad krova trolejbusa. A put vode i vjetra teže je opaziti. Trebalo je biti veoma iskusan kormilar pa znati, gdje kakve struje prolaze i kakvi vjetrovi duvaju.

I eto, za pomoć pomorcima izrađuju se karte vjetrova. Te su karte neophodno potrebne. One skraćuju putovanje brodova za tri, za četiri puta. Na moru je svaki dan skupocjen. Ovdje, više nego bilo gdje, vrijedi izreka: »Vrijeme je novac«. Računovođe engleskih trgovačkih društava izračunali su, da kad vjetar zadrži dvadeset četiri sata veliki brod s teretom i putnicima, društvo gubi dvjesta funti sterlinga. Tko je sklon da baca novac u vjetar!

Sudbina jednog meteorologa

Trgovačko vijeće u Engleskoj donosi odluku: Ustanoviti meteorološki departman i odrediti za glavnog meteorologa iskusna pomorca, kontra-admirala Roberta Fitzroya (1805.—1865.).

To nije bio loš izbor. Starog je admirala poznavao svaki mornar engleske flote. Nije uzalud Fitzroy plovio po morima još od svoje četrnaeste godine. Kolebljiva mu je paluba morala izgledati ne manje čvrsto tlo od londonskog pločnika.

To je bio onaj isti Fitzroy, o kome je sir Francis Bofor, hidrograf Admiraliteta, pisao: »Od ekvatora do Rta Horn i odatle do rijeke La-Plate na istočnoj obali Amerike, sve što je još ostalo neispitano, sjajno je ispitao kapetan Robert Fitzroy.«

Fitzroya pamte svi oni, koji su imali prilike pročitati zanimljivu Darwinovu knjigu »Putovanje na brodu Beagle«. U njihovu je sjećanju morao ostati taj velikodušni i plahoviti čovjek s mnogim osobenostima i ćudima. Bez obzira na česte sukobe i sporove, on i Darwin postadoše prijatelji, zato što su imali zajedničke sklonosti. Obojica su voljeli prirodu i znanost o prirodi.

O ćudima i sklonostima Roberta Fitzroya možda ne bi trebalo govoriti u ovoj knjizi, koja je posvećena ćudima vremena, a ne ljudske duše. Ali u Fitzroyevoj historiji tako su tijesno isprepletane sudbine čovjeka i sudbina znanosti, da se one ne mogu odvojiti.

I eto, Fitzroy se našao na kopnu i bacio sidro na ulici Parlamenta u prostorijama Meteorološkog departmana.

Sada je njegovo službeno zvanje bilo — »meteorolog-statističar«. Malo je vjerojatno, da se ovo zvanje moglo svidjeti kapetanu »Beaglea«. Po pravilu su on i njegovi pomoćnici bili dužni prikupljati brojeve i činjenice, što se ticahu vremena na čitavoj zemljinoj kugli. On je morao svaki dan od jutra do mraka sređivati i sastavljati brojeve u tablice.

Sjediti na visokoj stolici za kancelarijskim stolom i lupkati po računaljkama, ne vidjeti kroz prozor more, nego sive zidove zgrade — to nije bio posao za mornara, za istraživača nepoznatih zemalja.

Uostalom, Fitzroy ni ovdje nije zaboravljao na more i na svoje drugove — kapetane. On je počeo time, što se

pobrinuo, da se stotine trgovačkih i vojnih brodova snabdiju barometrima. Barometri su bili razaslani i u pomorske gradove i seoca.

Svaki brod, svaki pomorac počeo je promatrati vrijeme. U brodskim dnevnicima pojaviše se bilješke o temperaturi, tlaku, o strujama i vjetrovima, o sastavu morske vode. Sve te bilješke sticale su se odasvud u Meteorološki departman. Ali Fitzroya je više radovalo nešto drugo. On je vidio, da njegov ljubimac — barometar postaje drug svakog pomorca i svakog ribara. Ribari su odlagali izlazak na pučinu, kad bi barometar govorio: »Pazi!«

Ali se Fitzroy nije mogao time zadovoljiti. On je htio više. On je vjerovao u meteorologiju, vjerovao je da je čovjek dorastao da stupi u borbu protiv prirode. On je govorio, da »naša znanja i sprave, premda ne onemogućuju oluju, ali nam pružaju sredstva, da joj odolimo i da iz borbe izađemo kao pobjednici«.

Čime su se bavili meteorolozi prije Fitzroya?

Oni su prema starim sinoptičkim kartama proučavali vrijeme, kakvo je nekad bilo, dok je on htio, znajući kakvo je vrijeme danas, proreći sutrašnje.

On je smatrao, da je starih promatranja već dovoljno prikupljeno, da bi se moglo suditi o zakonima prirode. Nastalo je vrijeme da se ovi zakoni iskoriste. Dosta je vrijeme gospodarilo čovjekom; dosta su oluje potapale brodove!

Pred njim se nije otkrivao komadić zemlje niti krajičak neba, nego čitav Atlantski ocean, čitav Evropski kontinent. Pred njim je na stolu ležala sinoptička karta i njemu je izgledalo da on gleda odozgo dolje na nepregledan prostor. On je vidio mnogo više nego s visine ptičjeg leta. Koja bi se ptica mogla dići tako, da vidi čitavo kopno?

Fitzroy bi uzimao u ruke olovku i označivao crvenim linijama struje toplog tropskog uzduha. On bi uzimao drugu olovku i crtao na karti plave jezike hladnoga zraka, koji dolazi sa sjevera. Plavi i crveni jezici protezali su se i kolebali na kartama, kao plameni jezici. Ovdje-ondje topli bi uzduh prodirao kao klin u hladni, a hladni bi ga obuhvaćao i dospijevao mu u pozadinu, stvarajući vihor.

Vihori se kreću po zemlji poput virova u vodi, koje matica odnosi naprijed.

Čitav zračni ocean bio je u pokretu. Zrak je išao od zapada na istok, a s njim zajedno kretala se povorka vihora-ciklona.

Njihova brzina nije već bila tako velika — pet do šest milja na sat.

Ali ako je tako, mislio je Fitzroy, ako oluja ide po zemlji i mi znamo njezinu brzinu, onda zašto da ne upozorimo o njoj brodove, koji odlaze na pučinu! Zašto da ne pokušamo proreći vrijeme za dan, za dva dana, za koliko je god moguće prije.

Ali za to nisu bile dobre stare sinoptičke karte. Da bi se proreklo sutrašnje vrijeme, trebalo bi znati današnje, i ne u jednoj zemlji, već u mnogim zemljama, na prostoru od tisuća kilometara.

Bio je potreban glasnik, koji bi jurio brže od vjetra — ne u prenosnom, nego u doslovnom značenju riječi, koji bi mogao prestići vjetar, prestići vrijeme. Takav je glasnik već bio u službi meteorologije, njegovo je ime brzojav.

U novinama su se već ponekad pojavljivali prvi brzojavni izvještaji o vremenu. Na Svjetskoj izložbi u Londonu pokušali su pomoću brzojava sastaviti sinoptičku kartu.

U Francuskoj se već brzojavom koristila Meteorološka služba osnovana poslije čuvene Balaklavske oluje, koja je potopila dosta francuskih brodova. Svaki dan su u Pariz stizali brzojavi s trinaest stanica. I astronom Leverrier je prema brzojavima svakodnevno sastavljao sinoptičku kartu.

Fitzroy je također požurio da pozove k sebi u službu novog, hitrog slugu — brzojav.

Svako je jutro raznosač donosio još deset engleskih brzojava i pet iz inozemstva: iz Francuske, Španije i s otoka Helgoland.

Nedjeljom nije bilo brzojava, ne zato, što se toga dana odmaralo vrijeme, nego zato, što su se telegrafisti odmarali.

Čak ni najpismeniji čovjek ne bi mogao pročitati brzojav, koji je lako čitao Fitzroy i njegov vjerni pomoćnik Babington.

Tu nije bilo dovoljno znati engleski jezik i englesku abecedu. Vrijeme je imalo svoj jezik i svoju abecedu. Slovo B značilo je barometar, T — termometar, W — pravac vjetra, F — snagu vjetra. Čitav se brzojav sastojao od niza brojeva i slova.

Čim bi stigli brzojavi, Fitzroy je pristupao sastavljanju sinoptičke karte. Ako bi karta nagovještavala oluju, on bi slao u sva pristaništa kraljevine upozorenja na oluju. Brzojavni su tasteri ponovo otkucavali izvještaje o vremenu — ali već ne o onome, koje jest, nego o onome, koje će tek biti.

I odmah bi se u luci pojavljivali — na jarbolima, na motkama za zastave, na stupovima — kvadrati i trokuti. Ovdje je također postojala vlastita abeceda — abeceda oluja.

Pomorci su dobro znali, da trokut s vrhom okrenutim prema gore znači, da se oluja može očekivati sa sjevera. Trokut s vrhom okrenutim prema dolje označavao je oluju s juga. Kvadrat je upozoravao na oluje, koje slijede jedna za drugom. Ali je glavni signal bio spajanje trokuta s kvadratom, što nije nagovješćivalo običnu, već naročito opasnu oluju.

Ako bi brzojav prispio noću, u luci ili u stanici nisu čekali do jutra. Na križevima bi se pojavljivala crvena svijetla, koja su zajedno činila one iste figure: trokute i kvadrate.

Tako je, sjedeći u svom londonskom stanu, bivši kapetan »Beaglea« upozoravao na oluju svoje stare drugove iz flote.

Naskoro za Fitzroya nisu znali samo pomorci. Jednog prekrasnog jutra u osam londonskih listova pojaviše se izvještaji o vremenu, za kojim je slijedila prognoza za slijedeća dva dana. Prognoza je nosila oprezan naslov »Vjerojatnost«.

Fitzroy je davao vjerojatno vrijeme za čitavu kraljevinu i zasebno za zapadnu, južnu i istočnu obalu.

Takva proročanstva — prognoze — pojavljivahu se u listovima svakoga dana. Čitaoci listova s interesom su doznavali, da se u srijedu očekuje jak vjetar od sjeverozapada k sjeveroistoku s olujama i kišama, a u četvrtak će vjetar biti od zapada k istoku isto takve žestine.

Neki su se čitaoci rugali Fitzroyu — ovom novome proroku vremena. Drugi su bili na njegovoj strani i naglašavali su, da je Fitzroy svojim upozorenjima na oluju već spasio dosta brodova.

Ljubitelji klađenja su se kladili da li će se obistiniti slijedeća prognoza ili ne. Ljudi, koji se dosad nikada nisu interesirali meteorologijom, prepirali su se o vihorima i olujama i motrili na vjetrokaze na krovovima.

Vrijeme je uvijek bilo tema razgovora. Sad je ono postalo najaktuelnijom temom dana.

Kad bi se Fitzroyeve prognoze obistinile, to je malo tko opažao. Ali je bilo dovoljno, da padne samo malo kiše bez upozorenja, pa da odmah zaori zbor uzrujanih glasova.

Kako su sve tada častili Fitzroya! Uvaženog admirala nazivali su i šarlatanom i obmanjivačem. I uzbuđenje bi bilo naročito veliko u onim slučajevima, kad bi ta zlosretna, nepredviđena kiša kvarila nedjeljne šetnje i razonode. Uzalud su Fitzroyevi zaštitnici spominjali brodove, koje je on spasio svojim prognozama. Šta su se ticali ti brodovi mladih ladies i gentlemena, koji su se vraćali s neuspjelog piknika, pokisli do gole kože.

Prije su u takvim slučajevima grdili vrijeme. Sada bi se sve oborilo na Fitzroya.

Bilo je ljudi, koji su smatrali svojom dužnošću da ga upoznaju sa svim ovim razgovorima. Vatreni se i plahoviti Fitzroy nije mogao mirno odnositi prema spletkama i ogovaranjima.

Ali ga je iznad svega razdraživalo mišljenje učenjaka, a ne običnih ljudi. Ljudi od znanosti, od kojih je, reklo bi se, trebalo očekivati podršku, dočekivali su Fitzroyeve prognoze s javnim neodobravanjem. Oni su slijegali ramenima, oni su dokazivali, da znanost još nije dorasla

dotle, da bi predvidjela sutrašnji dan. Znanost često ne vidi ni ono, što se danas događa. Pa, kako onda može misliti o prognozama.

Ali, na kraju krajeva, o svemu nisu odlučivali učenjaci, nego poslovni ljudi i političari, koji su zasjedali u Parlamentu i u Trgovačkom vijeću. Od njih je zavisilo, da li će se dati novac ili ne za znanstvena istraživanja. I poslovni su ljudi također izražavali svoje sumnje. Oni su govorili: »Zar kapetani moraju sjediti u pristaništu i čekati oluju, koje možda uopće ne će ni biti. Zar moraju ribari i brodovi obalske plovidbe gubiti vrijeme u uzaludnom očekivanju«.

Među brodovlasnicima, koji su se već na iskustvu uvjerili u korist nagovještavanja oluje, bilo je i takvih, koji su bili za signale o oluji, a protiv prognoza vremena u listovima.

Nad Fitzroyevom su se glavom nadnosili oblaci. Sve je nagovještavalo buru, ali ovoga puta već ne u doslovnom nego u prenesenom smislu. Uzimajući u obzir mnogobrojnost neprijatelja i Fitzroyevu narav, moglo se smatrati, da je prognoza nepovoljna.

I eto, razlegli su se prvi udarci groma. Lordovi Trgovačkog vijeća obratili su se pismeno tajniku Kraljevskog društva s molbom, da im se odgovori na dva pitanja.

Prvo pitanje — da li se meteorologija sada nalazi u takvom stanju, da bi se mogao s izgledima na uspjeh dopustiti sistem signala o oluji i svakodnevnih prognoza vremena.

Drugo pitanje — nije li bolje kao i ranije, da se od Parlamenta predviđen novac upotrebi za prikupljanje zapažanja.

Istodobno je Trgovačko vijeće upitalo sva pristaništa kraljevine o tome, koliko su korisni signali za oluju.

Sad je sudbina Fitzroya i čitavog njegova djela zavisila od toga, kakav će biti dobiveni odgovor.

U početku je sve išlo dobro. Iz svih pristaništa kraljevine stigla su pisma u Trgovačko vijeće — četrdeset i

devet pisama. Fitzroy je mogao triumfirati; od četrdeset i devet odgovora, četrdeset i šest ih je bilo povoljno, a samo tri nepovoljna.

U Trgovačko vijeće je stiglo, konačno, i pismo od tajnika Kraljevskog društva. U pismu je rečeno slijedeće: »Kraljevsko je društvo sa zadovoljstvom saznalo od Fitzroya, da se, bez obzira na nove obaveze, nastavlja s podrobnim razrađivanjem prvobitnih predmeta. Meteorološka je služba zasnovana već tako solidno, da Fitzroy ponovo može posvetiti svu svoju pažnju razrađivanju već prikupljenog materijala, koji se uopće tiče meteorologije zemljine kugle«.

O nagovještavanjima oluje Kraljevsko je društvo dalo povoljan odziv, ma da također prilično oprezno. Što se tiče svakodnevnih prognoza, Kraljevsko je društvo odlučilo da ne primi na se nikakvu odgovornost i odbilo je da dade mišljenje »zbog nemanja podataka«.

Kakav se pak zaključak mogao izvesti iz ovog neodređenog i diplomatskog odgovora? Samo taj, da se Fitzroy mora ponovo sa svom marljivošću prihvatiti posla, koji mu je stavljen u dužnost i za koji je izdavan novac.

»Meteorologu-statističaru« uljudno su napomenuli, da je on statističar, a ne izvjestitelj vremena.

Fitzroy je pokušao diskutirati, dokazivati kako samo prikupljanje podataka ne donosi koristi. A, međutim, zadatak je znanosti da ljudima bude korisna.

»Može se i kamen sakupljati na gomilu i peći opeka, ali kako mora biti težak taj posao, ako se nema u vidu zgrada, koju treba podići«.

I Fitzroya ponovo poslaše »da vuče kamenje«, iako se pred njegovim očima već uzdizala palača nove znanosti.

Fitzroyu je preostalo samo jedno— da se obrati za sud onima, kojima je nova znanost namijenjena, pokazati je pomorcima, ribarima, promatračima stanica, čuvarima svjetionika. Ovi ljudi nemaju znanstvenih zvanja, ali oni ne borave u četiri zatvorena zida svojih kabineta, oni se susreću s vremenom svaki dan, oni naprosto razgovaraju s olujama.

Neka oni odluče, da li im je potrebna meteorološka služba, da li su potrebni signali i prognoze. Oni bolje vide, šta je bolje: spasavati brodove od propasti, ili ih ostaviti da stradaju, a posvetiti se samo statistici brodoloma.

Fitzroy piše knjigu o vremenu.

On se toga prihvaća s njemu svojstvenim žarom. On želi ispričati ljudima ono, što vide njegove oči.

Svi moraju znati, kakve je već velike pobjede izvojevala znanost u borbi protiv prirodne sile. Već se može osjećati ili misaono vidjeti zračni ocean na ogromnom prostoru. Već se može pratiti borba zračnih struja, koja ponekad postaje tako jaka, da prouzrokuje oluju i vihore.

Meteorolog vidi ove kolebljive, kao plamen jezike zračnih struja. On može upozoriti na njih brodove, kao što vatrogasac s tornja opominje grad na prijeteći požar.

Fitzroy izlaže u knjizi sve svoje metode i načine proricanja. On nije prorok, njegove su prognoze zasnovane na znanstvenim zaključcima, na zakonima same prirode. I ako prognoze još ponekad bivaju netočne, onda za to nisu krivi zakoni prirode, nego ljudi, koji ih ne umiju uvijek shvatiti.

Fitzroy je svijestan, da njegova znanost još nije savršena. Ali on vjeruje, da je ona na pravilnom putu. On je uvjeren, da se promjene vremena mogu ne samo proricati, nego i unaprijed izračunati. I on se nada, da ako on u tome ne uspije, onda će drugi to postići.

To će jednom biti. Ali i sada već meteorološka služba časno obavlja svoj posao i opravdava sredstva, koja na nju izdaje Parlament. Da bismo se u to uvjerili, dovoljno je da pogledamo u knjigovodstvo brodovlasnika i vlasnika dokova. Zarade brodovlasnika rastu. A vlasnici dokova u Plymouthu žale se na gubitke: od onog vremena, kad se pojavila Služba upozorenja na oluje, brodovi rjeđe bivaju oštećeni, dokovi imaju manje posla.

Fitzroy je na kraju knjige naveo dokumente: svu prepisku Trgovačkog vijeća s Kraljevskim društvom. Neka čitaoci sude.

Fitzroyeva je knjiga izišla... Mnogi su je čitali, o njoj govorili. Ali nitko tada nije znao, da ova knjiga nije jednostavna riječ obrane, nego posljednja riječ.

Čime se završila Fitzroyeva historija?

Da to saznate, treba da otvorite Britansku enciklopediju kod riječi »Fitzroy«.

Evo šta se tamo kaže:

»Ovome je poslu (riječ je o njegovoj službi u Meteorološkom birou) on prišao s energijom svog lako uzbudljivog temperamenta, već načetog dugom i opasnom službom u Magelanovom tjesnacu. Posljednjih je godina bio naročito opterećen radom, i njegovo zdravlje, kako fizičko, tako i duševno, bilo je u opasnosti da popusti. Ali je on odbio da koristi odobreni mu dopust. U nastupu umnog rastrojstva on se ubio 30. ožujka godine 1865....«

Fitzroy je sebi britvom presjekao grlo. Izgleda da mu se njegova kancelarija u ulici Parlamenta opet učinila kao kavez. Čovjek, koji je već vidio pred sobom prostor budućnosti, nije mogao živjeti samo zbog prikupljanja fakata prošlosti.

PETO POGLAVLJE

T R I S V I J E T A

Vidik

Fitzroy je pao. Njegovi su neprijatelji mogli da budu zadovoljni: sa stranica londonskih listova iščezoše prognoze o vremenu. Ali ona velika borba, u kojoj je Fitzroy sudjelovao, nije mogla prestati.

Ta, ova se borba protiv prirodne sile nije ticala jednog čovjeka, niti jedne zemlje. Ona se ticala čovječanstva.

Čovječanstvo i prirodna sila, čovječanstvo i planeta — to su usporedive veličine. A čovjek pojedinac — beskrajno je malen u usporedbi s ogromnom arenom, na kojoj se vodi borba. Čovjek čak ne može ni da sagleda tu arenu. I, ako je on ipak obuhvaća umnim pogledom, onda je to samo zato, što ju je čitavo čovječanstvo proučavalo u toku tisuća godina.

Zašto su Lomonosov i Humboldt umjeli vidjeti ne samo mali komadić zemlje, nego i čitavu zemlju kao cjelinu?

Zašto su Dove, Spaski, Fitzroy promatrali igru divova, igru zračnih struja?

Zato što se nisu zadovoljavali svojim vlastitim iskustvom, nego su umjeli prisvojiti sve iskustvo čovječanstva.

A na cio svijet nisu gledali samo svojim očima, nego očima mnogih promatrača, koji su se nalazili na raznim točkama zemljine kugle.

Pojedini čovjek ima malen vidik, a čovječanstvo — ogroman.

U taj se vidik može smjestiti čitava zemljina kugla — sa svim svojim omotačima — čvrstim, tekućim i zračnim.

Tisuće ljudi su tokom decenija proučavali zemlju s raznih točaka gledišta. Jedni su plovili morima, drugi su prodirali u dubinu zemlje, treći se penjali na planine.

Rasle su hrpe izvještaja o promatranjima, podaci, tablice.

I kada bi se sve to sabralo zajedno u mozgu takvih ljudi, kao što je Lomonosov ili Humboldt, ili Vojejkov — iz pojedinih je detalja izrasla velika cjelina.

Meteorolog Aleksandar Ivanović Vojejkov (1842.—1916.) radio je u ono vrijeme, kad su u meteorologiji prevladali sabirači brojeva i podataka.

Brojeva i podataka bilo je već prikupljeno tako mnogo, da je bilo vrijeme, da se tim materijalom otpočne zidanje zgrade znanosti. Podaci kao da su sami zahtijevali, da se od njih prijeđe na zaključke.

Ali ih je bilo malo, koji su to shvaćali.

Čak su i najčuveniji meteorolozi govorili: »Više činjenica, manje domišljanja«.

Zatvorivši se u svoje kabinete, meteorolozi su od jutra do mraka ispisavali kolone brojki, izvodili od ovih brojki druge brojke — srednje, unosili u ulazni i izlazni dnevnik svaki ciklon, svaku oluju. Ali od toga nikom nije postajalo jasnije, što je to vrijeme.

Umjesto vremena i klime, ljudi su često pred sobom vidjeli same statističke tablice.

Statistikom se koristio i Humboldt. On je izvodio iz dugogodišnjih promatranja srednje temperature ljeta, zime i čitave godine.

Ali brojevi su bili njegove sluge.

A ovdje su ljudi postali sluge, a brojevi gospodari.

Učenjaci su se plašili da razmišljaju i generaliziraju.

Živo vrijeme, živa klima zemlje, pretvorili su se za njih u skup brojki, u kolekciju brojeva.

U Srednjem je vijeku prirodnu silu skrivala od ljudi zavjesa praznovjerja i neznanja. U 19. stoljeću ljudi su ponovo izgubili prirodnu silu iz vida, pošto su je tek bili ugledali. Ovoga se puta ona sakrila iza brojki statističkih tablica.

Ali nisu svi učenjaci postali robovi brojeva.

Bilo je i takvih, koji su smjelo krčili put od brojeva prema zaključcima.

Ova borba za nove putove, koju su otpočeli Dove i Fitzroy, vodila se i u Rusiji — između naših meteorologa i njihovih protivnika, ljubitelja meteorološke statistike.

Meteorološka služba ponikla je u Rusiji godine 1872, kada je pri Glavnom fizičkom opservatoriju otvoren Odjel za upozorenja na oluju. Upozorenja na oluju bila su najpotrebnija pomorcima. Zato je i kod nas pomorskim oficirima povjereno, da se bave ovim poslom.

Teško je bilo u prvo vrijeme našim sinoptičarima. Uprava pomorstva davala je za radove ukupno godišnje samo pet stotina rubalja. Stanica je bilo malo. Brzojavi su stizali samo od 28 ili 30 stanica.

Ali je najgore bilo to, što je rukovodilac Opservatorija — akademik Vild — bio vatreni protivnik sinoptike. To je bio marljiv i energičan čovjek, koji je mnogo radio, trudeći se da usavrši sprave i metode promatranja. On je napravio vjetrokaz, koji još i sad nosi njegovo ime. Ali, kao i mnogi drugi učenjaci toga vremena, on je smatrao, da meteorolozi treba da se bave statistikom, prikupljanjem brojki. On je vršio strog nadzor, da bi njegovi suradnici svakodnevno vodili dnevnik rada. I bio je vrlo nezadovoljan, ako bi razgledajući dnevnik, nailazio u njemu na »prijevremene i neosnovane fantazije«.

Ljudi smjele misli prepirali su se s Vildom i odlazili iz Opservatorija, da bi nastavili svoj rad na drugom mjestu — u Geografskom društvu, na sveučilištima.

Mnogo poteškoća imali su svladavati ti meteorolozi — novatori. Pa ipak su učinili svoje. Proučavajući život i kretanje ciklona, pronalazeći uzroke olujama i hladnoćama, vijavicama i pljuskovima, ruski učenjaci — Brounov, Kepren, Srednjevski, Rikačev — uporno su radili, krčeći put od promatranja k zakonima prirode.

Ali najistaknutiji ruski meteorolog toga vremena bio je Vojejkov.

Eto, tko nije mogao biti nazvan robom brojki.

On je volio prirodu i umio ju je gledati. On je znao, da su brojke sredstvo, a da je cilj svakog istraživanja — otkriti zakone prirode da bi se gospodarilo prirodnim silama.

Nije ni čudo, što su Vojejkov i Vild postali nepomirljivi neprijatelji. Vojejkov je zasjeo u Geografskom društvu.

To je bio rođeni geograf i putnik.

On je još u mladosti boravio u Sibiru, u zemljama zapadne Evrope i na Bliskom Istoku.

On je pregledao svijet kao kuću — jednu sobu za drugom.

Poslije Evrope i Amerike podvrgnuta je pregledu Azija sve do Japana, koji tek što je bio otvorio vrata Evropejcima.

Krstareći stepama Meksika i obalama Amazonke, presjecajući doline i penjući se na planine, Vojejkov nije mislio samo na srednje temperature siječnja i lipnja. On je mislio na veliku povezanost stvari, na to, da su i rijeke, i jezera, i šume, i mora, i čovjek — učesnici jedne iste velike drame.

Vojejkov je bacao pogled na orijašku scenu, na kojoj se odigravala ova borba.

On je vidio igru monsuna u Indijskom zaljevu. I njemu je postajalo sve jasnije, da područje monsuna ne obuhvaća samo Indiju, nego i Kinu, i Japan, i Mongoliju i naš Amurski kraj.

On je vidio daleko na jugu ledenu kapu Antarktika, natučenu na Južni pol. Divovski glečeri klize tamo s kopna u ocean. Kao teški splav liježe led na vodu. Od njega se otkidaju sante visoke desetke i stotine metara, i te sante plivaju kao ledena brda, noseći sa sobom hladnoću Antarktika. Ledena se brda tope i zbog toga voda postaje hladnija. Struje nose hladnu vodu sve dalje i dalje od pola. Voda rashlađuje zrak. Zračne struje lutaju iznad kopna i otoka, noseći sa sobom snježne oblake. Snijeg pada na planine i stvara podlogu za nove glečere. A od ovih glečera otkidaju se ledene sante, koje rashlađuju vodu toplih mora.

U prirodi je sve tako povezano, da jedna karika povlači za sobom drugu.

Vojejkov je gledao sjevernu polutku. Ovdje — mislio je on — ima više kopna — ono se proteže mnogo tisuća kilometara, opasujući zemljinu kuglu. Svake zime prostrano kopno pokriva se na sjeveru snijegom.

U proljeće i ljeto ovaj snježni pokrov iščezava.

Što ga natjeruje da iščezne? Sunčane zrake?

Ali, one same po sebi teško da bi mogle otopiti snijeg. Jer snijeg odražava zrake — odbija njihov frontalni napad. Zbog toga on i izgleda blistavo bijel.

Prvi odlučan napad na snijeg ne vrše sunčane zrake, već tople struje zraka, koje dolaze s juga, iz krajeva, gdje se snijeg već otopio, ili s mora, slobodnih od leda.

Zračne struje teku iznad nepreglednih dolina i predaju snijegu toplinu, koju su donijele sa sobom. Snijeg se počinje topiti. Odozgo se prevuče čvrsta, ledena korica — zato što se snijeg čas topi, a čas zamrzava. A led je proziran, on propušta sunčane zrake. I zrake počinju pomagati toplom vjetru, da otapa snijeg.

Zrak postaje vlažan od pare, koja se diže sa zemlje. A para kao staklo na toplim gredicama, hvata, zadržava zrake, koje je snijeg uspio odbiti.

Ako topli vjetrovi još donose i kišu, snijeg se topi još brže. Jer voda može sa sobom s juga ili s mora donijeti više topline, nego uzduh.

A tu još sunce, kiša i vjetar dobivaju novog saveznika — prašinu. Nju donosi vjetar iz toplih zemalja. Prašina pada po snijegu. Snijeg postaje prljav, bjelina ga više ne zaštićuje od sunca.

Na zemlji je sve više bara. One se griju na suncu i same počinju grijati zrak.

Eto, kakvu borbu za svoj opstanak vodi snijeg protiv toplog vjetra, protiv prašine, protiv kiše, protiv sunčanih zraka.

Vojejkov je vidio, kako se odigrava ova proljetna borba prirodnih sila na ogromnoj areni — u ravnicama naše zemlje. I on je shvaćao od kolikog je značaja za nas, da pratimo bitku prirodnih sila.

Ta od njezina ishoda često zavisi i čovjekova sudbina.

Ako u toku zime napada mnogo snijega, može se očekivati velik nadolazak vode u rijekama — visok vodostaj. A visok vodostaj — to je poplava, to su poplavljeni gradovi i odneseni mostovi.

Prema dubini i čvrstini snijega može se suditi i o tome, kakvo će biti proljeće. U proljeće će vjetar s juga ili s mora donijeti toplinu. Ali ta toplina ne će ugrijati uzduh, nego će se utrošiti na otapanje snijega. Zato je na sjeveru i hladno ljeto, jer se tamo mnogo topline troši na pretvaranje snijega u vodu.

Znači, da se može mnogo prije svršetka proljetne bitke proreći njezin ishod. A za to je potrebno još prije početka topljenja izmjeriti, koliko je snijega napadalo na zemlju.

Vojejkov je više puta govorio i pisao o tome. On je dokazivao, da je neophodno potrebno izmjeriti snijeg na čitavom prostoru države. To bi zahtijevalo velike troškove, ali bi sama upozorenja na poplave s interesom nadoknadile sve troškove.

Vojejkovljev je glas bio usamljen. Ono, o čemu je on maštao, ostvareno je tek u naše dane, tek sada su hidrolozi počeli davati prognoze vodostaje na temelju proračuna.

Vojejkov je sa žaljenjem pisao u svojoj knjizi »Klima zemljine kugle«:

»Godine 1870. ja sam u Geografskom društvu ukazivao na neophodnost uvođenja promatranja prostiranja snježnog pokrivača i dubine snijega. Nažalost, običaj je kod nas još tako jak, da su ova ukazivanja propala bez traga i ova tako važna, a razmjerno laka promatranja gotovo se nigdje ne vrše«.

Vojejkov nije samo u tome išao ispred svoga vremena. On je prvi uveo primopredajnu knjigu za Kaspijsko more. On je izračunao koliko Kaspijsko more dobiva vode od rijeka i kiša i koliko predaje uzduhu.

U to vrijeme bilo je još malo podataka za takav proračun, malo promatranja. Pa ipak, brojevi, do kojih je Vojejkov došao gotovo se ne razlikuju od današnjih, izračunatih na osnovu točnih mjerenja.

Vojejkov je shvatio, koliko znače za privredu naše zemlje njezina mora, rijeke, jezera.

On kao da je unaprijed predviđao njezino veliko preuređenje u budućnosti i on je pokušao, na primjer, izračunati, kakva bi promjena klime nastala, ako bi se zaljev Kara-Bogaz odvojio branom od Kaspija.

Priroda za Vojejkova nije bila nešto skamenjeno, nepromjenljivo. On je znao, da se i klima mijenja. To se može opaziti, ako se promatra život jezerâ.

Kad se jezera, koja otiču, smanje i pretvore u jezera koja ne otiču, a zatim se jezera koja ne otiču dijele na baruštine, koje ljeti presušuju ili sasvim isahnu — onda je to siguran znak da klima u zemlji postaje suša. I obratno — jezera, koja ne otiču, mogu postati tekuća, ako klima postane vlažnija.

Vojejkov je s neumornom pažnjom pratio život prirodnih sila, da bi shvatio, kakvim su zakonima one podvrgnute.

Stotine tisuće rijeka teče po zemlji prema oceanu. Među njima ima i velikih i malih, i tihih, i bučnih, i brzih i sporih.

Kako da se nađe zakon, poredak u ovoj beskrajnoj raznolikosti?

A zakon treba naći, da bismo unaprijed znali odrediti ponašanje rijeka, da bismo ih umjeli obuzdavati.

Nekada su stari govorili, da su rijeke — rukopis oceana. U tome je bilo istine. Ocean daje vodu rijekama. Ali jedne rijeke dobivaju više vode, druge manje. Ima zemalja, koje su daleko od oceana. Do njih stiže malo vode. Za vrijeme suše, rijeke tamo presušuju ili se pretvaraju u niz močvara.

U drugim opet zemljama — s vlažnom primorskom klimom — kiše padaju često, i rijeke dobivaju dovoljno vode.

Prema tome, moglo bi se reći i to, da su rijeke — rukopis klime.

»Rijeke se mogu smatrati kao proizvod klime« — pisao je Vojejkov.

Vojejkov je proučavao rijeke. One se ne svrstavaju u grupe prema svom vanjskom obliku, prema veličini, već prema unutrašnjoj sličnosti.

Rijeke su — proizvod klime i treba ih dijeliti na jednake tipove prema klimi.

Evo prve grupe: rijeke koje dobivaju vodu od topljenja snijega u ravnicama. To su rijeke Sjevera — onih surovih krajeva, gdje snijeg ostaje na zemlji osam ili deset mjeseci.

Evo druge grupe: rijeke dobivaju vodu od topljenja snijega u planinama. To su naše Amu-Darja i Sir-Darja. Njihov je brat po klimi — Gornji Ind.

Zatim dolaze tropske rijeke. Njima daju vodu tropski pljuskovi i kiše monsuna. Kod njih nisu velike vode u proljeće, kao kod naših rijeka, nego ljeti: jer ljeti monsuni nose vodu s oceana na kopno.

A evo i naših ruskih rijeka: one se izlivaju u proljeće, kada se topi snijeg. Ali im i kiše daju dosta vode. To su umiljata jagnjad, koja dvije ovce sišu.

Tako se rijeke svrstavaju u redove — od najbogatijih vodom, tropskih — do onih, koje jedva opstaju usred pustinje. A ima zemalja, koje uopće nemaju rijeka, zato što tamo kiše gotovo i ne padaju.

Dovoljno je pogledati na rijeke jedne države, i one će bez griješke pokazati, kakva je klima u toj zemlji — suha ili vlažna.

Ali treba umjeti gledati. Treba imati u vidu, da rijeke dobivaju vodu i ispod zemlje. Što više kišne vode ode u zemlju, to sporije stiže voda u riječna korita. Negdje u Indiji ili u Kini prve kiše poslije sušnog razdoblja ne dospijevaju odmah u rijeke. Mnogo vode odlazi u zemlju. I tek na kraju kišnog razdoblja voda u rijekama naglo počinje rasti.

Postoje i rijeke, čiji život ne zavisi samo od jedne, nego od nekoliko klima.

Velika rijeka prima vodu odasvud, njoj donose svoj danak pritoke iz najudaljenijih krajeva — i iz sjevernih šuma, i iz južnih stepa. U takvoj rijeci dolazi do izražaja zbirna srednja klima ogromnih prostora. Dok mala stepska rijeka odražava samo svoju stepsku klimu.

Tako su se pred očima Vojejkova svrstavale rijeke, mora i jezera, kao ratnici u bojni red.

Tu nije bilo ničega slučajnog. Sve je bilo podređeno zakonima. Své je bilo u vezi sa svim: klima i rijeke, kiše i podzemne vode, zemlja i uzduh, planinski snjegovi i oblaci, koji plove nebom, proljetno izlivanje rijeka i zimsko padanje snijega.

To je bila veličanstvena slika. I ona se nije mogla ravnodušno promatrati.

A usred ove gomile divova, koji se kreću po areni, pojavljivala se svaki čas sitna prilika čovjeka.

I čovjek je tu nešto radio. On je podizao mostove na rijekama i pregrađivao rijeke branama. On je puštao u vodu parobrode i ronio pod vodu u prvim podmornicama. Dizao se u visine — u zrak — u košarama zračnih balona ili sjedeći na prečazi prvih zrakoplova.

Krstareći oceanima i kopnom, čovjek je križao biljke kao što se miješaju karte za igru.

Po livadama Nove Zelandije evropski doseljenik — djetelina — potiskivaše domaću paprat. Pamuk je odlazio iz Amerike i Egipta u Turkestan. U Gruziji, na toplim obalama Crnog mora, naseljavali su se prvi džbunovi čaja i limunova drveta.

Čovjek se vrtio između divova. A oni bi mu često stali na žulj.

Oluja je obarala avione i potapala brodove. Mraz je uništavao plodna stabla, prenesena s juga na sjever. Poplave su odnosile mostove i rušile brane.

I čovjek je sve više bio prisiljen da razmišlja o tome, kako da ne dospije pod divovske noge.

I zato je morao što bolje poznavati navike i ćudi divova.

Pomorac i podmorničar morali su znati, šta je to more.

Graditelj brana, kanala, rezervoara za vodu, morao je vidjeti čitav put vode na zemlji i pod zemljom, morao je sebi jasnije predočiti, kakvo će djelovanje imati gradnje na rijekama na čitav život prirode.

Kapetan zračnog broda morao je znati, u kakvom su stanju njegovi nevidljivi putovi.

I svi oni — i pomorac, i graditelj, i zrakoplovac — obraćali su se hidrologu i meteorologu, pitajući za tajne mora i neba, za dubine oceana i visine atmosfere.

U nadzemnom svijetu

Kroz tisuće godina čovjek je živio u svijetu dviju dimenzija, ako se ne računa njegovo penjanje na planine i spuštanje u okna. Treća dimenzija — visina atmosfere i dubina oceana — bila mu je nepristupačna.

Granice svoga svijeta čovjek je širio sve više, osvajajući zemlju. A strop je visio nad njegovom glavom sasvim nisko.

Ali se čovjek nije mogao pomiriti s tim.

Svom svojom snagom on je nastojao uzdići nevidljivi strop sve više i više.

Godina 1783. je — prva godina ere zrakoplovstva.

Od zemlje se odvaja zračni balon napunjen vodikom. U košari je zrakoplovac Charles. On je uzeo sa sobom na let dva pomoćnika — barometar i termometar.

Barometru i termometru dešavalo se već više puta da se penju na planine. Ali na plovidbu po zračnom oceanu oni su pošli prvi put.

Čovjek prodire u područje vremena, u carstvo vjetrova i oblaka. On više ne nagađa, što je zračni ocean, nego i sam plovi njegovim prostorima. Barometar i termometar mu govore, da što je više to je zrak hladniji i rjeđi.

Godina 1802. Na let polazi čuveni istraživač zemljine kugle Humboldt. On se diže na visinu od gotovo šest kilometara i dolazi do spoznaje, da je gore uvijek zima — čak i onda, kad je dolje ljeto.

Spremajući se za putovanje zrakom treba i u lipnju oblačiti krzna, kao za odlazak u Arktik.

Ali do Arktika ljudi putuju mjesecima, a ovdje čitavo putovanje traje nekoliko sati.

Humboldt se nije vratio na zemlju praznih ruku. U njegovoj bilježnici je — niz brojki. One pokazuju, kako s visinom opada temperatura.

Poslije Humboldta u područje vremena dižu se i drugi učenjaci: ruski akademik Zaharov, francuski akademik Gay-Lussac.

Učenjaci uzimaju zračne pokuse za kemijsku analizu, mjere temperaturu i vlažnost, proučavaju atmosferski elektricitet, određuju pravac vjetra. Utvrđuje se, da je sastav zraka na visini isti kao i dolje. A vjetar je začudio ispitivače: pokazalo se, da na visini od nekoliko kilometara pravac vjetra nije takav, kao iznad same zemlje.

Što je veća visina, to zrak postaje rjeđi. Barometar pokazuje, kako je tlak sve manji i manji. Ali ljudi osjećaju smanjenje tlaka i ne gledajući na barometar. Svaki zglob stavlja to na znanje, kao neka osjetljiva sprava. Pluća nemaju što da udišu, nedostaje kisik.

7.000 metara! Dalje — put je zabranjen.

Ljudi pokušavaju prijeći preko ove granice ne obazirući se na zabranu.

Godina 1862. Engleski meteorolog Glasher i zrakoplovac Cocsuall privikavaju se na udisanje razrijeđenog uzduha. Pri svakom novom uzletu, oni se dižu sve više i više, kao da se penju uz divovske stepenice.

Već su stigli do stropa — 7.000 metara, ali nastavljaju izbacivati vreće s opterećenjem.

Oni drsko idu na više.

No priroda se osvećuje onima, koji gaze njezine zabrane.

Glasher gubi svijest. Cocsuall nema više snage da upravlja svojim zračnim brodom. Uz ogroman napor je uspio — ali već ne rukama, nego zubima — dohvatiti i povući uže ventila.

Aerostat se spušta dolje. Sprave pokazuju, da je bila dostignuta visina od 8.840 metara.

Napad je odbijen, ali ljudi ponovo kreću u napad — na juriš u visine.

Što smeta penjanju iznad 7—8 tisuća metara? Nedostatak kisika. Ali on se može ponijeti sobom.

Godina 1874. Francuski istraživač Sivele i Croce-Spinelli polaze na let, ponijevši rezervu kisika u mjehovima.

Na visini od 7.300 metara oni ne dišu nimalo teže nego na zemlji.

Oni izvode jedan let za drugim i ginu u borbi protiv prirodnih sila: nešto se dogodi sa spravama za kisik, i ljudi su se ugušili na visini.

Ali njihova pogibija ne može zaustaviti napad, koji izvodi znanost.

U redovima smjelih istraživača zračnog oceana pojavljuje se veliki ruski kemičar Mendeljejev.

On nikada prije nije letio. Ali njegov aerostat ne može da nosi dvojicu. I Mendeljejev polazi na let sam — bez pilota.

Za vrijeme letenja ustanovljuje se, da aerostat nije u redu: zamrsio se konopac, koji otvara ventil.

Pa ipak, Mendeljejev izvršuje promatranje do kraja i uspijeva se sretno spustiti na zemlju.

Iz decenija u decenij aerostati se penju na sve veće visine. Njima se pridružuju dirižabli i avioni.

Zračni brodovi brazdaju valove zračnog oceana. Čovjek proučava vrijeme u njegovu području.

Svaki novi metar osvaja se s teškoćom. Što je niži tlak, to ga je teže izdržati.

U sljepočicama, u srednjem uhu, u unutrašnjim organima čovječjeg tijela — tlak ostaje isti, kao što je bio i dolje, na zemlji. A vanjski tlak pada sve niže i niže. Čovjek se osjeća u visini kao riba izvađena iz velike dubine. On osjeća neizdržljivu bol, koja ga opominje, da je njegovo mjesto — na dnu zračnog oceana.

Vrijeme kao da naročito ne pušta čovjeka u svoje carstvo.

Ali izviđača znanosti ne mogu obeshrabriti zapreke i opasnosti.

Kamo on osobno nije u stanju prodrijeti, tamo šalje mjesto sebe svoje sprave.

Neka barem sprave vide novi svijet i o njemu pričaju čovjeku. Spravama nisu potrebne košare niti kabine, njima

je dovoljna i mala kutija. Njima nije potreban kisik za disanje, ni krzneni kaputići, one za vrijeme puta ne moraju jesti niti piti.

Čak i mali zračni balon ili dječji zmaj od papira dovoljno su jaki da podignu u zrak kutiju sa spravama — samopisarima.

Na sve veće visine dižu se u nebo aerostati, zrakoplovi, baloni-sonde, zračni zmajevi.

I pri tom penjanju na nebo čovjek otkriva novo područje, kraj čijih se granica završava carstvo našeg zemaljskog vremena.

Tamo — na visini od 10—15 kilometara — sve je drugačije od ovoga dolje.

Tamo termometar mijenja svoje ponašanje: umjesto da produži padati, živa se u termometru zaustavlja ili se počinje penjati.

Ali sprave ne vide sve, ne mogu sve ispričati. Čovjek želi sam otići u to tajanstveno područje — stratosferu, da bi je ispitao.

Što da radi? Kako da čovjek prodre tamo, gdje čovjek ne može živjeti?

Tu nije dovoljno ponijeti sa sobom kisik. Tu je potrebno ponijeti na nebo jedan dio atmosfere, na koju smo naviknuti, s normalnim tlakom. I čovjek ne privezuje za zračni balon košaru, već potpuno zatvorenu gondolu.

Stratostati idu u nebo jedan za drugim. Godine 1931. Picardov stratostat diže se gotovo 16 kilometara. Dvije godine kasnije sovjetski zrakoplovci Prokofjev, Birnbaum i Godunov dižu se na stratostatu »SSSR« do visine od 19 kilometara.

To su već naši suvremenici. Mnogi su od nas vidjeli stratostat »SSSR«.

Po svom izgledu, stratostat ne naliči na obične zračne balone. Njegov divovski omotač više podsjeća na vreću bez oblika. Zato je gondola za ljude i sprave pretvorena u neprobojnu loptu.

Osjeća se, da je ovo čudovište stvoreno za život u nekom drugom, za nas neobičnom svijetu.

Stratostat se diže u nebo. I usput se čudovište preobražava: plin, koji se širi, ispravlja nabore i bore omotača i postepeno ga pretvara u divnu blistavu loptu. Ružno se pače pretvara u labuda. Sad se čak i sa zemlje vidi, da je gore, na velikoj visini, sasvim drugačije kretanje zraka, jer se omotač ne bi naduo, kad ne bi opao izvanjski tlak.

30. siječnja godine 1934. odlazi u stratosferu nov odred izviđača: Vasenko, Fedosejenko i Usiskin.

Kad su se izviđači vratili na zemlju, oni nisu mogli ispričati, šta su vidjeli i gdje su bili. Nađeni su mrtvi u gondoli palog stratostata.

Ono što nisu mogli kazati ljudi, kazale su njihove sprave: u 12 sati i 35 minuta stratostat je dostigao visinu od 22 kilometra.

Toliko visoko iznad zemlje nitko se prije toga nije popeo.

Čovjek je prodro u stratosferu, i pred njim se otvorio novi, fantastični svijet.

U tom je svijetu tako malo vlage, da tamo kiša i snijeg ne padaju.

Tamo je ljeti iznad ekvatora hladnije nego iznad polova.

Tamo vjetrovi duvaju brzinom, koja mnogo puta nadmašuje brzinu naših orkana. Pa ipak taj vjetar ne bi savio ni drvo, ako bi nekim čudom u stratosferi postojalo drveće: toliko je tamo razrijeđen zrak.

Tamo ni oblaci nisu onakvi kao dolje, u troposferi, u području zemaljskog vremena.

Dok se čovjek dizao kroz troposferu, on je svaki čas susretao oblake raznih visina, kao da se penjao s jednog kata na drugi.

Dolje, na prvom katu, protezali su se slojeviti oblaci kao magličaste pelene; iznad njih, kao bijele ovčice, napasali su se na nebu visoko-kupasti oblaci; još više u plavetnilu bjelasali su se paperjasti oblaci, nalik na ptičje perje ili na raspletene sijede kose. Od dolje pa naviše, kroz sve katove, dizala su se brda i kupole kupastih oblaka. Koliko

takvih izgleda i oblika imaju oblaci! Meteorolozi prave čitave kolekcije oblaka — izrađuju atlase sa stotinama divnih nebeskih pejsaža.

Ali, kad je čovjek stigao do stratosfere, svi ovi katovi oblaka, svi ti uobičajeni, makar i čudni oblici oblaka ostali su dolje, pod njegovim nogama. Čak ni paperjasti oblaci, koji se nalaze na visinama od devet kilometara, ni oni nemaju pristupa u stratosferu.

Stratosfera ima svoje oblake s čudnim imenima — »sedefasti«, »srebrnasti«. Kada je na zemlji već noć, sunce i dalje osvjetljava oblake, koji lebde visoko u stratosferi. Oni svijetle na noćnom nebu srebrnastom svjetlošću.

Ovu tajanstvenu zemlju treba proučiti, jer su tu putovi budućih stratosferskih brodova.

Ali, što je veća visina, tim je teže osvojiti svaki novi metar, tim je složenija konstrukcija stratostata, tim potrebnije više plina za podizanje gondole.

Za penjanje iznad visine od 30 kilometara potrebno bi bilo sagraditi tako velik balon, da plin već ne bi bio u stanju dignuti omotač.

Znači, opet strop!

Zar da se odstupi, a već se tako daleko stiglo?

Čovjek već ulazi u novi, dotle neviđeni svijet, on je već prekoračio prag. I tu saznaje, da se dalje ne može ići.

Što da se radi? Smanjiti težinu gondole? U njoj i tako nema ničeg suvišna: u njoj su samo ljudi i sprave. Da se izbace sprave? Ali zašto onda letjeti? Ne radi se tu o postizanju rekorda.

Tu se može uraditi samo jedno: ostati na zemlji, a sprave poslati u visine — ponovo se odreći letenja, da bi se letenje moglo nastaviti.

I godine 1930. sovjetski meteorolozi izrađuju prvu radiosondu. Za mali zračni balon pričvršćuju kutiju s meteorološkim spravama i otpremnom radiostanicom. I sprave — termometar, barometar i hidrometar — odozgo, s visine, kazuju im preko radija, kakvo je gore vrijeme.

Promatrač se nalazi u samoj meteorološkoj stanici. Pred njim na stolu zvučnik razgovjetno cvokće i gače. Neupućen čovjek ne bi mogao shvatiti, kakva je to čudna emisija. Da to žaba ne nastupa solo pred mikrofonom?

Ali uho promatrača bez muke hvata u tom žabljem pjevanju duge i kratke zvukove — točke i povlake Morzeove abecede.

Radiosonda odlazi sve dalje uvis. Ona je već u stratosferi. Ali se na zemlji njezin glas jasno čuje.

Kad u ruci držiš radiosondu, teško bi povjerovao, da je to čitava meteorološka stanica. Koliko je trebalo imati izumiteljskog smisla, da bi se ona sagradila. Sve ove sprave izrađene su da budu jednostavne i lagane. Barometar — to je mala kutija od kovine, koju zrak pritiskuje. Termometar — savijena ploča, izrađena od dvije kovine, koje se pri grijanju nejednako šire, zbog čega se ploča čas više, čas manje savija. Higrometar — dlačica, koja se čas produljuje, čas skraćuje, prema tome, da li je suho ili vlažno. Sprave stavljaju u pokret pera. Samo ta pera ne pišu, već idu preko zubaca češlja, koji uključuje i isključuje radio-odašiljač.

Mala leteća stanica penje se sve više i više, sondirajući i ispitujući atmosferu. Po tome su joj i dali ime radiosonda. Ali ni ona ne može ići beskrajno daleko u visinu.

Gore je tlak manji negoli dolje. Plin u balonu se širi i rasteže omotač. Omotač puca, a kutija se sa spravama spušta pomoću padobrana natrag, na zemlju.

Prema tome, i radiosonda također ima svoj strop.

Sedmog studenoga godine 1941. radiosonda Aerološkog opservatorija u Moskvi dostigla je rekordnu visinu od 36 kilometara. Na veću se visinu teško uzdići.

Pa što treba činiti? Što se još može izbaciti iz gondole?

Ostaviti sprave na zemlji? Ali onda ni letenje nije potrebno.

Šta će se onda poslati gore, kad je ustanovljeno da je ne samo čovjek, već da su i njegove sprave preteške?

Treba poslati ono, što nema težine.

Tu su čovjeku koristile vulkanske erupcije i eksplozije topovskih zrna. Ponekad i od nesreće ima koristi.

Uočeno je bilo, da se ni najjača eksplozija ne čuje svuda podjednako.

Ona se čuje u blizini — na razmaku od dvadeset do trideset kilometara. Zatim nastaje »zona šutnje« — ljudi ne čuju eksplozije. Međutim dalje, na razmaku od gotovo dvjesta kilometara, eksplozija se opet čuje.

To je bila zagonetka, koju je teško bilo objasniti.

Ljudi su htjeli da bilo što doznaju o tom nebeskom putniku, da sebi objasne taj glas, koji do njih dolazi s visina.

»Vratio sam se« — i to je sve, što je govorio zvuk.

Ostalo je trebalo nagađati.

Budući da se zvuk vratio, znači da nije išao ravno naviše, već je mijenjao svoj pravac. Njegov put se savijao, dok ga nije doveo opet na zemlju.

Svjetlosna se zraka prelama kad pada iz uzduha na staklo, ili iz hladnog uzduha u topli. Očigledno je, da se i val zvuka također više puta prelomio, prolazeći kroz zračne slojeve različite temperature.

Dok zrak iznad zemlje postaje sve hladniji, zvuk odlazi sve dalje od zemlje. Ali je u stratosferi temperatura prestala padati i počela se penjati.

Dospijevajući iz hladnog uzduha u topli, zvučni se val prelamao. A dalje je nailazio još topliji sloj, koji je još jače skretao put vala. Val zvuka se savijao sve više i više, dok nije skrenuo prema zemlji.

Učenjaci su se prihvatili proračunavanja. I tako je objašnjeno, da zvuk dostiže visinu od četrdeset i pedeset kilometara, a temperatura je tamo veća no u Sahari — ona dostiže do sedamdeset i pet stupnja.

Tako se ustanovilo, da je iznad zemlje Arktik, a nad Arktikom — Sahara! To je jasno govorio zvučni val, koji je postao termometar.

Ali otkud se na takvoj visini mogla pojaviti visoka temperatura?

Tamo postoji klopka za sunčane zrake, tamo je u uzduhu više ozona, a ozon hvata, zadržava sunčane zrake.

Tako je bio postignut nov rekord: pedeset kilometara.

Da bi se letjelo još više, trebalo je tražiti druge suputnike. Zvuk nije išao dalje, nego se vraćao kući.

Čovjek pokušava da se uhvati za kolutove pare, koja izbija iz kratera vulkana, za svijetli trag meteora, za električni val radio-odašiljača, za svijetleću zavjesu polarne svjetlosti.

Iz usijane utrobe zemlje izbijaju oblaci pare. I ta para naglo odlazi iz najvećih dubina u ogromne visine od sedamedeset do osamdeset kilometara.

Ova voda još nikad nije tekla po zemlji zajedno s ostalim vodama, nije težila k moru, nije padala na zemlju u obliku kiše. Ona je imala svoj naročiti put: iz dubine — u visinu.

A čovjek prati njezino kretanje. Para se na visini pretvara u oblake — u one iste srebrnaste oblake, koji sjaju na noćnom nebu. Srebrnasti oblaci lete iznad zemlje i pokazuju put i brzinu zračnih strujanja.

Tako polazi za rukom, da se dozna makar nešto, kad se već ne može doznati sve.

Ali ljudska misao ne staje ni tu. Uhvativši se za kraj polarne svjetlosti, ona se penje još više — na tisuću i dvjesta kilometara.

I tamo ima zraka. On svijetli polarnom svjetlošću, kao plin u crvenoj neonovoj cjevčici.

Nekada je Torricelli mislio: pedeset milja, a dalje je prazan prostor.

Možda starac Aristotel i nije toliko griješio, kad je govorio, da u prirodi nema praznog prostora.

U onom prostoru, koji mi nazivamo praznim, lebdi kozmička prašina, proljeću rojevi meteora, jure ne samo sunčane zrake, već i sićušne čestice samog sunca, elektroni, koji izlijeću iz njegove dubine. Iznad njih zasvijetli svjetlost polarnog svijetla, kad zemlja prolazi kroz elektronski oblak.

Čovjek još ne može letjeti do planeta, do zvijezda.

Ali on već dodiruje mjesec, opipava njegovu kamenu površinu zrakom radiolokatora.

Nema granica za ljudsku misao. I nema na svijetu takvog stropa iza koga ona ne bi imala što da sazna.

U podvodnom svijetu

Dva nepristupačna svijeta vidjeli su ljudi izdaleka, kad su plovili po moru. Jedan je bio iznad njih, drugi ispod njih.

U oba ova svijeta pristup je bio zabranjen pod prijetnjom smrtne kazne. U uzduhu su mogli disati, ali nisu mogli letjeti. A u vodi su umjeli plivati, ali nisu mogli disati.

Skačući s urvine u uzduh, oni su se razbijali o dno zračnog oceana. A skačući u vodu, oni su ginuli čak i ne stigavši do dna.

Ljudi su se pokušali naviknuti na život u dubini vode, ali čak ni najiskusniji lovci bisera nisu uspijevali da ostanu pod vodom više od nekoliko minuta.

U zračnom oceanu najprije su se podigli uvis ljudi sa spravama, a zatim već sprave krenuše da putuju same. U vodenom oceanu bilo je obratno. Ovdje je ljudima bilo lakše da u dubinu spuste sprave, nego da se sami spuštaju. U zraku je za ovo bio potreban lagan zračni balon. Ovdje je pak bilo dovoljno, da se za sprave veže teret, makar i topovsko zrno.

Da bi proučavali zrak, ljudi su slali uvis balone — sonde. A ovdje, kad je trebalo proučavati struje, svaka je boca u krajnjoj nuždi mogla postati spravom. Za ovo ju je trebalo samo dobro zapečatiti i premazati smolom.

Treba prelistati udžbenik oceanografije, pa da se nađe karta plovidbe boca. Njihovi putovi po oceanu predstavljeni su na karti mnogobrojnim linijama.

Ledena brda i olupine potonulih brodova, začepljena boca ili naprosto nekakav balvan, koji bi rijeka odnijela u

more, kretali su se po valovima i pričali o svojim putovima. Ali, kad bi se oceanografi koristili samo ovakvim »spravama«, oni bi malo znali o oceanu.

Za proučavanje struja i dubine bilo je izmišljeno mnogo složenih i oštroumnih sprava: vrteške za mjerenje brzine struje, batometri za dobivanje pokusa iz dubine.

Pojavili su se i brodovi, koji nisu bili sagrađeni za to, da prevoze ljude i terete s jedne obale na drugu, nego zato, da godinama plove po oceanu i proučavaju njegov život.

Mnogima su poznata slavna imena plovnih opservatorija: »Čelendžer«, »Tauskarora«, »Vitez«.

»Čelendžer« je za tri godine prešao 68.900 morskih milja. Izvještaj o njegovoj plovidbi i proučavanjima iznio je 50 svezaka s dvije tisuće karata.

Korvetom »Vitez« komandirao je čuveni istraživač mora, admiral Makarov, koji je poginuo godine 1904., za vrijeme rusko-japanskog rata.

Ja sam vidio opsežno djelo, koje je napisao admiral Makarov. Ovo se djelo zove:

»Vitez« i »Tihi ocean«.

»Hidrološka promatranja, koja su vršili oficiri korvete »Vitez« za vrijeme plovidbe oko svijeta godine 1886.—1889. i zbornik promatranja temperature i specifične težine voda sjevernog Tihog oceana«.

U knjizi su stotine tablica i mnogo karata.

Razgledajući beskonačne nizove brojki, diviš se upornosti pomoraca, koji su kroz nekoliko godina šest puta u 24 sata mjerili temperaturu i specifičnu težinu vode, a katkad vršili promatranja svakih pet ili deset minuta.

Kad su mjerili dubinu i uzimali odande pokus morali su zaustaviti stroj i prikupiti jedra. Tu je bilo mnogo rada i za mornare i za oficire. »Čitava posada korvete — piše admiral Makarov — sudjelovala je, kad je trebalo leći na drift[1] i nije bilo čovjeka, koji za vrijeme trogodišnje plovidbe nije trebao, da po nekoliko desetaka puta trči na konopac pri izvlačenju batometra ili mašica sa zemljom«.

[1] Leći na drift — zaustavljanje broda naročitim raspoređivanjem jedara. — *Prev.*

S ljubavlju je govorio admiral o svojim mladim pomoćnicima — poručnicima — koji su vršili promatranja i unosili brojke u dnevnik, bez obzira na vrijeme, na raspoloženje mora.

Tako su mnoge strane ovog dnevnika nosile tragove kišnih kapi, koje su pale s poručničkih kapa. To je bio samo jedan dokaz više, da poručnik za vrijeme oluje nije sjedio u kabini, nego pošteno obavljao svoju dužnost.

Svi na korveti shvaćali su, kakav im je važan zadatak povjeren da izvrše.

Evo što je o tom zadatku pisao Makarov:

»Dubine oceana, a naročito mora, kao da ostaju pod pokrivačem. I svaki put, kad promatrač spušta u morsku dubinu svoj batometar za vađenje vode, on pravi otvor u tom pokrivaču. Tih otvora napravljeno je još vrlo malo. Ono, što se vidi kroz te otvore, pruža nam samo nejasnu sliku o pojavama, koje se odigravaju u dubinama. I potrebno je još mnogo i mnogo truda, da bi se, probijajući na raznim mjestima tajanstveni pokrivač, točno odredila opća slika rasporeda temperatura i slanost vode po dubinama i da bi se izveo točan zaključak o cirkulaciji vode u morima i oceanima . . .«

Stari pomorac postajao je pjesnik, kad je pisao o moru, o tajanstvenom pokrivaču, koji skriva od nas život podvodnog svijeta. On je shvaćao, da će proći dosta vremena prije nego što ljudi uklone ovaj pokrivač.

I godine su prolazile.

Ploveći opservatoriji »Meteor«, »Diskoveri«, »Knipović« krstarili su po oceanima, ispitujući spravama dubinu valova, mjerili njezinu slanost, gustoću, temperaturu, proučavali cirkulaciju vode.

Postojao je čak i ploveći pomorski institut, koga je 20-tih godina našeg stoljeća osnovao N. N. Zubov.

Nekada je ljudima izgledalo, da valovi i struje postoje samo na površini oceana, a da je u mračnoj dubini — mir, nepokretnost.

I eto, oni poslaše tamo izviđače. Izviđači — sprave — vraćali su se i pričali o onom, što su vidjeli.

Oni su pričali, da u oceanu nigdje nema mira. Tamo se lagano podižu ogromni podvodni valovi, tamo teku podvodne rijeke.

Ljudsko oko lako uočava val na morskoj površini, jer se on tu jasno ocrtava na zračnoj pozadini. Ali, kakvo bi oko moglo vidjeti val, koji se diže na granici između gušćeg i rjeđeg sloja vode.

I kakvo bi oko moglo otkriti tu granicu između dva sloja, ovo »tekuće« tlo, na kome podmornica može ležati kao na čvrstom dnu.

Bez sprava ljudi ne bi mogli otkriti podvodna strujanja, koja idu ispod lakših voda.

Bez sprava — bez utega za mjerenje i dubinomjera — ljudi ne bi mogli dosegnuti do morskog dna.

Ali, ni dubinomjerom nije tako jednostavno i lako mjeriti oceanske dubine.

I tu su se ljudi sjetili zvuka. Zvuk mnogo brže može stići na dno, nego konopac ili žičano uže. Zvuk je pomogao čovjeku da dosegne do nedokučivih visina. I on je još bolje obavio mjerenje dubina.

Poslan s broda ravno dolje, zvuk se odbija od oceanskog dna, kao od ogledala, i vraća natrag. Njegova šetnja traje sekunde, on se kroz vodu širi brže, nego kroz uzduh, prolazeći 1400—1500 metara u sekundi. Glasonoša iz podvodnog carstva vraća se natrag i priča, na kojoj je dubini bio. Dovoljno je pogledati na sekundomjer i podijeliti broj sekundi sa dva, da bi se saznalo, koliko vremena zvuk ide u jednom pravcu. A zatim treba pomnožiti s brzinom, da bi se dobila dubina.

Tako su ljudi ne samo utegom, nego i pomoću »eholota« dostigli do oceanskog dna.

Ekspedicije su jedna za drugom ispitivale dno oceana. Pred očima učenjaka nicahu podvodne planine, podvodne doline i nizine. Učenjaci su crtali kartu podvodnog carstva. Na toj su se karti planine zvale »usponi« i »pragovi«, a nizine — »kotline«.

Karta Podvodnog Carstva išarala se imenima: »Zelena kotlina«, »Brazilijanska kotlina«, »Prag Davisova moreuza«, »Uspon Rio-Grande«.

O podvodnom carstvu nekad su se pričale bajke. I, eto, pojavile su se karte tog carstva iz bajke.

Iz decenija u decenij ostajalo je sve manje bijelih mrlja na kartama. Sve dublje u ocean prodirao je ljudski pogled, prateći, kako se kontinenti pod vodom nastavljaju kopnenom pličinom i kako zatim okomit nagib dolazi do najvećih dubina.

Najviša planina na zemlji — Everest — uzdiže se gotovo devet kilometara, a najdublja kotlina u oceanu — Filipinska — duboka je više od deset kilometara.

Sve su ovo ljudima ispričale sprave.

Ali su ljudi željeli da i sami prodru u dubinu. U ronilačkom oklopu može se doći do morskog dna, ako je ovo dno blizu. Ali, kako da se dospije na dubinu od stotine metara?

Ljudi su već i to postigli.

Studenoga godine 1943. iz Bakua je isplovio na pučinu Kaspijskog mora parobrod »Zjujd«.

Pošto se udaljio daleko od obale, parobrod se zaustavio. Kapetan je izdao zapovijed. Pokrenuo se valjak. I s broda se počela spuštati u vodu nekakva čudna sprava, koja bi naličila na topovsku granatu, da nije imala u sredini široki ispupčeni pojas s pet okruglih prozorčića.

Sprava se zvala »hidrostat«. U unutrašnjosti, na pokretnom sedlu za dvokolicu sjedio je promatrač i gledao u vodu čas kroz jedan, čas kroz drugi prozorčić. On se osjećao mnogo bolje od ronioca. Njegove pokrete nije ometao teški ronilački oklop. On je disao lako. Rezervu kisika ponio je sa sobom u malim retortama. A ugljični dioksid, koji je on izdisao, odmah su apsorbirale naročite sprave.

Pri ruci je promatrač imao telefon, kako bi mogao razgovarati s drugovima, koji su ostali gore.

Hidrostat se najprije spustio na 25 metara, zatim na 50, zatim još na 50. Tako, pažljivo, kao s jedne stepenice na drugu, hidrostat se spustio na dubinu od 215 metara.

Njegovi debeli zidovi, saliveni od čelika u Kronštatskom pomorskom zavodu, lako su izdržavali pritisak ogromnog vodenog sloja.

U dubini je bilo tamno, i promatrač je upalio jake električne svjetiljke, koje su osvijetlile pred njim dubinu mora.
Spuštajući se sve dublje, promatrač je primijetio nejasnu masu, koja je lebdjela pred okruglim prozorčićima hidrostata. To je bilo ono, što još nitko nije vidio — žitko tlo, granica između dvije vodene mase. U žitkom tlu plovile su sićušne biljčice i životinjice. One su i doprinosile, da ovo nevidljivo žitko dno bude vidljivo.
Drugom promatraču, američkom učenjaku Williamu Beabeu pošlo je za rukom da se spusti u ocean na dubinu od 923 metara.
Njegov podvodni brod zvao se »Batisfera« i bio je napravljen u obliku lopte.
To kao da je bio odraz gondole stratostata u vodi.
William Beab je napisao knjigu o nome, što je vidio u oceanu.
On priča, kako je njegova Batisfera išla sve dublje i dublje. Kroz njezine okrugle prozore vidjelo se, kako se mijenja boja vode: voda je najprije bila zelena, zatim je dobila plavu nijansu. Plava boja postajala je sve gušća, sve tamnija. Već je bilo teško razlikovati, da li voda ima plavu ili crnu nijansu.
Sve manje dnevne svjetlosti je prodiralo kroz vodeni sloj. I, napokon, na dubini od 600 metara svjetlost se ugasila: Batisferu je opkolila noć.
Ali ova noć nije bila neprozirna. Uokolo su sjala sazviježđa. Ova sazviježđa plovila su pored prozora, čas približujući se, čas udaljujući se. I kada su ona prilazila bliže, vidjelo se, kako svjetlost ovih žutih, plavih, zelenih zvijezda osvjetljava tamno tijelo ribe.
Na nebu postoji sazviježđe Riba. Ali ono se samo tako naziva. A u oceanu su ribe stvarno i bile sazviježđa.
Tu je bila riba — »Trozvjezdasti pecač« — s tri žute svjetiljčice, koje su se ljuljale iznad njezinih leđa.
Tu je bila — »Petolinijska riba« — sazviježđe od pet redova žutih i purpurnih svjetiljki na svakom boku.
Sudarajući se sa staklom iluminatora, stanovnici mora su sipali oko sebe snopove iskara ili su se skrivali u sjajnom oblačiću . . .

Sve jasnije su ljudi sebi predočavali, šta je to ocean.
Ali, ocean je samo jedna karika u velikom kružnom kretanju vode. Da bi se upoznale i druge karike, trebalo je ispitati put svake kapi vode po zemlji, ispod zemlje i nad zemljom. Ne može se shvatiti, kako živi ocean, ako se ne zna, kako živi kap vode.
A put kapi vode još teže je dokučiti, nego put planete.
Ta još je Galilej govorio:
»Nebeskim svijetlima ja mogu proreći njihov put, ali ne mogu ništa kazati o kretanju sitnih kapi vode«.

U podzemnom svijetu

Dvije kapi vode slične su, kao dvije kapi vode. Ali, kako različiti bivaju njihovi putovi, njihove sudbine.
Vječite skitnice na kopnu, u oceanu i u zraku, ove su kapi bezbroj puta mijenjale svoj oblik, prije no što su nam zakucale na prozor jedne jesenje noći. One su bile i pahuljice na nebu i kristali leda u ledenom brdu, koje plovi po moru. One su se spuštale u mračne morske dubine i lagano se probijale kroz tanke pukotine u utrobu zemlje.
Sada su nam došle sa zapada, iz oceana. Sunčane zrake su prodrle u oceansku masu i natjerali čestice vode, da brže igraju i skaču. Mnoge od ovih čestica, koje su bile na samoj površini, toliko su se razigrale da su iskočile iz vode u zrak. A tamo ih je zahvatio vjetar. I zračna ih je struja ponijela iznad oceana. Neke nisu stigle do kopna i vratile su se natrag, u ocean, a druge su dospjele na kopno.
I eto, pošto su se skupile u teške kapi kiše, one padaju na naše krovove, na stazice u vrtu, na lišće drveća, gdje je svaki listić kao mali kišobran.
Šta će s njima biti dalje?
Jedne će ponovo početi let, kad kiša prestane i zagrije sunce.
Druge će odjuriti u potoke, a iz potoka u rijeke.
Bit će im potrebno vremena da stignu do riječnog korita. Prvi odredi — iz obližnjih krajeva — stići će brzo. A, one, koje su pale na zemlju daleko od rijeke, stići će do

nje možda tek sutradan. Vi ste zaboravili i da mislite na kišu, već su se i lišće i krovovi osušili, a kišne kapi još se probijaju naniže, k rijeci. I svaki put, kad prestane kiša, rijeka reagira na to, voda se u njoj najprije penje, a zatim opada. Rijekom prolazi val kišnog povodnja.

Tako kod nas u gradu, u metrou prolazi ljudski val, kad naveče svi žure s rada kući.

Ako rijeka ima pritoke, po pritokama također idu valovi. Događa se da se oni spoje i stvore na rijeci jedan veliki val. A rijekom val ide dalje k moru.

I kroz nekoliko dana ili sedmica kišne kapi, koje sada padaju s neba, doći će do oceana, završivši svoje putovanje po kružnom putu:

ocean — zrak — površina zemlje — ocean

A ima i drugih, koje će poći drugim putem — prodrijet će u dubinu zemljišta.

Njihovu sudbinu teže je pratiti.

Što se događa s kišnom kapi, kad dospije u zemlju.

O tome su se učenjaci mnogo prepirali.

Neki su se pozivali na promatranja francuskog fizičara Mariotta. On je u podrumima Pariškog opservatorija pratio kapi kišne vode, koje su prodirale kroz svodove. Izgledalo je, da je ovdje sve bilo jasno:

Kišna kap postaje podzemna voda. Podzemna voda opskrbljuje izvore. Izvori otiču u rijeke. A rijeke u ocean.

Tako se zatvarao krug:

ocean — zrak — kiša — zemlja — izvor — rijeka — ocean

Ali drugi su uzvraćali: pa zašto onda čak i poslije najjačih kiša izvori ne postaju bogatiji vodom? Ne znači li to, da izvori imaju neku drugu mogućnost prihoda, koja ne zavisi od kiše?

Latiše se da traže tu tajanstvenu mogućnost prihoda. Počeše ponovo rješavati staru zagonetku: odakle izvori dobivaju vodu?

Njemački učenjak Folger dao je na to ovakav odgovor: tajanstvena mogućnost prihoda je — podzemna rosa. Osim atmosfere, koja je iznad nas, postoji i druga, pod-

zemna atmosfera pod našim nogama, u porama zemlje. U te pore prodire uzduh odozgo. Vlaga, koju donosi zrak, taloži se u obliku kapljica rose.

Podzemna rosa skuplja se na vodene žice i izlazi kroz izvore napolje.

Tako se učenjak našeg vremena vratio na Aristotelove misli, jer i Aristotel je govorio, da voda ne dolazi u podzemne pećine odozgo, nego se stvara od uzduha. Samo što su se Aristotelove ogromne pećine smanjile u Folgerovoj teoriji do razmjera sićušnih pora.

Za vrijeme Aristotela teorije su rijetko provjeravane računima. A u naše dane sve se podvrgava ispitivanju brojkama.

Pokušavali su izračunati, koliko bi zraka trebalo za svaka 24 sata utjerivati u zemlju, da bi on bio u stanju opskrbljivati svojom vlagom izvore.

Ustanovljeno je, da bi zato bio potreban zračni sloj, debljine cio kilometar. I pri tome bi bio potreban još i ogroman pritisak, da bi se tolika masa zraka protjerala kroz sićušne pore. Pa čak kad bi se takvo pumpanje i vršilo, zemlja bi se od toga ugrijala toliko jako, da bi nam pekla noge.

Proračun je doveo do onoga, što se u matematici zove — »dovođenje do apsurda«.

Stara zagonetka ostala je neodgonetnuta sve dotle, dok se njome nije pozabavio početkom XX. stoljeća ruski učenjak Aleksandar Ljebedjev. On je izmirio Mariottove pristalice s Folgerovim pristalicama.

U pravu su i jedni i drugi. Izvori imaju dvije mogućnosti prihoda — jednu svi vide — to je kišna voda. A drugu ne može svatko vidjeti — to je nevidljiva podzemna rosa.

U knjizi primanja i izdavanja izvora kišna voda daje veći prihod, nego podzemna rosa.

Ali, ako je tako, zašto se onda količina vode u izvorima ne povećava neposredno, čak ni poslije najjačih kiša? Zašto rijeka reagira na kišu, a izvor ne reagira?

Zato, što se pod zemljom voda kreće sasvim drugačije nego na zemlji.

Na zemlji ona juri, a pod zemljom jedva mili.

Tako će one kišne kapi, koje su u potocima pojurile k rijeci, možda još danas stići do nje. A njihove suputnice, koje su za sebe izabrale podzemni put, miljet će više sedmica, mjeseci, a možda i godina.

Ako kiša padne negdje kod Tule, voda će se pet ili šest godina probijati kroz najuže prolaze i pukotine k Moskvi, k otvorima arteških bunara, k našim vodovodnim slavinama.

Novi svijet otkrio se pred očima učenjaka: svijet podzemnih voda. Učenjaci su vidjeli, da voda na razne načine krči sebi put pod zemljom. Gdje ima prostora među grumenima zemlje, ona brzo otiče s jednog grumena na drugi. Kad joj je tijesno, ona se lagano cijedi, ispunjujući sve pore punim tokom.

A ako ne uspije ispuniti pore, ona obavija zrnca zemlje tananom opnicom. I tok vode ide iz opnice u opnicu, s jednog zrna na drugo. Zemlja izgleda suha. A ustvari, u njoj se obavlja nevidljivo kretanje vode.

Ovo lagano kretanje ima svoje zakone. I tu nije samo razlika u brzini. Po zemlji voda uvijek juri odozgo naniže, onamo, kamo je vuče sila teže. A pod zemljom voda može da se podiže naviše, usprkos svojoj težini. Tu vodu pokreću druge sile: toplina i privlačenje molekule molekuli.

Uostalom, i pod zemljom voda ponekad teče isto tako brzo kao i po zemlji. To se događa tamo, gdje se u slojevima vapnenca protežu prostrani prolazi.

Voda juri po tim vijugavim prolazima kao podzemne rijeke, razlivajući se u pećinama kao podzemna jezera.

Ali ni ta voda ne izlazi iz velikog kruga. Ponekad iz pećine među klisurama najednom izbija rijeka. Podzemna rijeka postaje vidljiva i nosi svoju vodu u druge rijeke ili u more.

Na obali takve rijeke u selu Valchiusa živio je nekada veliki talijanski pjesnik Petrarca. Tu je on sastavljao sonete, u kojima je oplakivao Laurinu smrt.

Ponekad podzemna rijeka dođe do mora i ne izlazeći na vidjelo dana.

Podzemno korito ide ravno k morskom dnu. Kao mutan stup podiže se riječna voda usred bistre vode mora. I kapetani brodova mijenjaju pravac, smatrajući za pličinu ovaj mutež podzemnog ušća.

Tako se ponovo zatvara krug:

ocean — zrak — kopno — podzemna rijeka — ocean

Tisućama putova idu vodene kapi na zemlji i pod zemljom, kroz uzduh i u oceanu.

Usput one navraćaju u žile drveća, podižu uvis teret soli i, dospjevši u listove, ponovo počinju let. Ako susretnu vodenični točak ili turbinu hidrocentrale, one melju žito, pale u kućama svjetlost, pokreću strojeve.

One navodnjavaju oaze i pustinje, ili pak, pošto se zadrže u blatu, teško nalaze put prema kanalu za isušivanje. One klokoću u kotlu lokomotive, jure kroz cijevi u kuće, sudjeluju u najnevjerojatnijim preobražajima u kemijskoj tvornici.

Tisuće poslova obavljaju one na svom putu, povezujući ujedno tri velike sfere zemlje, tri svijeta — atmosferu, hidrosferu i litosferu.

Bez ovih kapljica-putnika ne bi bilo života na zemlji. Prema tome, ne bi bilo ni nas. Bez njih ne bi bilo ni kiše, ni snijega, ni potoka, ni rijeka, ni oblaka ni oluja.

Dovoljno bi bilo zaustaviti kružni tok vode, pa da umre naša planeta.

Ali postoji i drugi jedan veliki kružni put u prirodi, bez koga ne bi postojao ni onaj prvi. To je kružni put zraka.

Ta čitava priča o vodenim kapima, koja je ovdje ispričana, počela je time, da je zračna struja zahvatila i ponijela sa sobom vodu.

Voda i zrak idu istim putem, kad iznad zemlje lete oblaci. Ali voda se odvojila od zraka i pošla svojim zasebnim putem po riječnom koritu. Može li se reći, da se sada nje ne tiču zračne struje, koje idu iznad zemlje?

Ne, vodene i zračne rijeke uvijek imaju nečeg zajedničkog. One međusobno ne zamjenjuju samo vodu nego i toplinu. Čas uzduh daje toplinu vodi, čas voda daje toplinu uzduhu.

Zašto se rijeke zalede u kasnu jesen i otapaju u proljeće.

Ni najučeniji hidrolog ne bi to mogao shvatiti, ako bi zaboravio na vrijeme, na život zraka.

U jesen vrijeme postaje hladnije. Hladne zračne struje idu iznad oceana, iznad kopna i otimaju toplinu od vode. Ocean ima mnogo topline, on se ne može zalediti. A sjeverna mora i rijeke imaju manju rezervu topline. Oni se pokrivaju ledom.

U proljeće se događa obratno. Tople zračne struje daju toplinu vodi. U ravnicama se topi snijeg. Led se otapa uz riječne obale. Vode otopljenog snijega otiču k rijeci, podižu led, lome ga na komade. Počinje proljetno kretanje leda.

Tako život rijeke odražava u sebi život zraka.

Znanost o vodi i uzduhu dijele obično na dvije znanosti. Ali to je jedna znanost.

Meteorolog ne bi mogao shvatiti, što je to kružni put uzduha, kad bi zaboravio na vodu. A hidrolog se ne bi mogao snaći u kružnom putu vode, kad bi zaboravio na uzduh.

Kružni put vode i kružni put uzduha, to su točkovi istog stroja, koji pokreće snažni motor — sunce.

ŠESTO POGLAVLJE

STROJ PLANETE

Nacrt stroja

Ljudi su više puta pokušavali zaviriti u strojarnicu svoje planete.

Čovjek svuda zaviruje i sve hoće da zna, što ne može služiti za uzor ostalim njezinim putnicima — krilatim i onim bez krila, onima koji plivaju i onima koji jure. On se ne zadovoljava samo time, što se besplatno vozi oko sunca po međuplanetnom prostoru. Njega interesira, kako je brod sagrađen i po kom voznom redu obavlja putovanja.

Čovjek čak sanja i o tome, da od putnika postane ako ne kapetan, a ono barem strojar. On bi želio svoje putovanje učiniti što udobnijim. U tu svrhu on je već odavno počeo zagledati sva ložišta, kotlove, pumpe, ventilatore, koji omogućuju grijanje, ventilaciju i snabdijevanje vodom ogromnog međuplanetarnog broda.

Nekad se čovjek zadovoljavao svojim mjestom na palubi i čak se nije dosjećao, da ispod njegovih nogu postoji unutrašnjost broda, a iznad glave — dimnjaci. Ali od tog doba, on se mnogo čemu naučio. Da bi zavirio u dimljivu utrobu planete, on se spustio u ugljene podrume rudnika i popeo se na vulkane. On je dospio do oceanskog dna i prošao, kao po stepenicama — jedan kat za drugim — do visina stratosfere. Sve jasnije i jasnije on je vidio orijaški stroj planete. On je objasnio, kakva mješalica miješa vodu

u oceanu i kakvi ventilatori provjetravaju najveće oceanske dubine. On je razgledao točkove pasata i monsuna.

Bilo je doba, kad je čovjek sebi predočavao pokretne sile prirode kao živa bića, kao bogove i boginje, ali kad je nastao vijek stroja, on je u prirodi vidio točkove, zupčanike i prenosnike.

Da bi bolje shvatio, kako radi ogromni stroj planete, on je najprije pokušao nacrtati njegov plan, a zatim i presjek. On je bio svuda prisutan, gledao je na orijaški stroj tisućama očiju odasvud. Tisuće budnih promatrača istodobno su pratile rad stroja i međusobno se dovikivale preko kopna i oceana brzojavom i radiom. Učenjaci su pravili jedan nacrt za drugim, jednu skicu za drugom. I pred njima se od zasebnih dijelova točkova i prenosnika poče sklapati cio orijaški mehanizam, koji stavlja u pokret i rijeke na kopnu, i struje u oceanu i vjetrove u atmosferi.

Evo ekvatora — on je kao neki vreli parni kotao. Tamo, gdje se bijele kape polova — tu su hladnjaci. A peć je — daleko. Peć je — sunce. Sunce grije zračnom toplinom kotao — uzduh kod ekvatora. Ugrijani se uzduh penje i odlazi k hladnjacima. Tako se on hladi, pada i teče nisko nad zemljom natrag k ekvatoru.

Iznad zemlje se okreće ogroman zračni točak. Njega pokreće sunce.

Takav su točak učenjaci prikazali na shemi, kad su pokušali nacrtati stroj planete.

To je bilo jasno i jednostavno. Ali učenjacima se nije sviđala takva jasnoća. Lijepo je naći jednostavno rješenje za složeni zadatak. Ali je loše; ako se mora zbog jednostavnog rješenja previše pojednostaviti sam zadatak. Zadatak je riješen, ali ne taj, nego drugi.

Pojednostavljenje je preskupo stajalo.

Tako je bilo i sa zadatkom o stroju planete. Dobilo se jednostavno rješenje zato, što je iz zadatka izbačena sva složenost. Precrtali su uvjet, koji se nikako nije smio precrtati.

Namjerno — zbog jednostavnosti — pretpostavili su, da stroj stoji na mjestu, da se zemlja ne okreće. Ali, kad se zemlja ne bi okretala, kretanje stroja bi bilo sasvim drugačije od sadašnjeg. Zračni točak okretao bi se mnogo brže. Meteorolog W. Bjerknes izračunao je, da bi već poslije 24 sata brzina vjetra dostigla 54 metra u sekundi. A mi nazivamo orkanom vjetar, kad njegova brzina prelazi 29 metara u sekundi.

Sve živo bilo bi zbrisano sa zemlje, kao nekom orijaškom metlom. Iznad mrtvog kopna, iznad uskljućalog uzburkanog oceana letjeli bi, sudarajući se, dijelovi naših kuća i iz korijena iščupane šume.

Ali na sreću, sve je to moguće samo u mašti. Zemlja ne stoji nepokretno. Zemlja se okreće. To je uvjet koji se ne smije precrtati u zadatku.

I eto, u XX. stoljeću učenjak Wilhelm Bjerknes i drugi ponovo se prihvaćaju zadatka.

Oni vide, kako se zrak penje iznad ekvatora i teče k polovima. Ali zemlja se okreće! I okretanje zemlje skreće vjetar udesno na sjevernoj polutci i ulijevo na južnoj. Takav je zakon vjetra.

Vjetar na sjevernoj polutci sve više i više skreće udesno — kao da ga neko kormilo prisiljava, da skrene s puta.

I zrak više ne teži k sjeveru, nego k sjeveroistoku. Negdje iza tropskog pojasa, na razmaku od 30 stupanja od ekvatora, zrak se već ne kreće po meridijanu, nego po širini.

A s ekvatora stižu sve nove i nove mase zraka. Kamo da se djene zrak? Kako da se izbavi od tjesnoće? Jedne zračne mase okreću natrag prema ekvatoru i idu kao pasati nisko, zatvarajući točak pasata. A druge odlaze dalje, na sjever, ali okretanje zemlje i njih zanosi nadesno. Negdje u umjerenim širinama i ove mase zraka ne idu više po meridijanu, nego po širini — sa zapada na istok.

Eto jednog od razloga, što nam atmosferske promjene dolaze najčešće sa zapada.

U umjerenim se širinama topli tropski zrak penje i ide visoko natrag prema tropskom pojasu, zatvarajući drugi zračni točak. A druge zračne mase idu prema polu. Tamo se hlade, spuštaju se i idu k jugu, zatvarajući treći točak.

Eto, koliko se složena dobiva shema.

Ali je i ta shema jednostavnija od onoga, što se ne odigrava na papiru, nego na zemlji. Jer ustvari, tropski zrak često zalazi daleko na sjever. A polarni se zrak ponekad spušta k jugu gotovo do tropskog pojasa, grijući se usput.

Na shemi su tri zasebna zatvorena točka. No u prirodi su ovi točkovi povezani u jedan mehanizam. Zar vjetar prolazi uvijek istim putem? Čak se i ekvatorski uzduh može iščupati iz pasatnog točka i dospjeti do pola.

Učenjaci su popravljali svoju shemu. Oni su obilježavali putove, kojima se zračne mase kreću po zemlji i nad zemljom. Tako jedan put vodi od ekvatora ravno k polu. Topli zrak se hladi iznad pola, spušta se i struji po zemlji k jugu... A ususret hladnoj masi polarnog zraka ide topla masa, od tropskog pojasa.

Ovdje nema ni signala ni prometnika. Struje se susreću jedna s drugom, idu jedna pokraj druge. Na granici između dviju orijaških masa nastaju valovi. Valovi se ponovo umiruju ili postaju vihori — cikloni. U toplom klinu ciklona tropski zrak prodire daleko na sjever. A polarni zrak, okružujući ciklon, prodire na jug. Cikloni idu u lancu jedan za drugim uzduž fronte između dvije zračne mase i miješaju ih.

Shema je postajala na izgled sve složenija, a bez obzira na tu prividnu složenost, slika je postajala jasnija. Između ogromnih točkova već su se nazirali obrisi zubaca, lančanika, koji povezuju točkove u jedan orijaški stroj.

Pa ipak sve nije bilo jasno. U zadatku je još uvijek nedostajalo uvjeta. Zemlja je kugla, zemlja se okreće, to je bilo uzeto u obzir, ali su zbog pojednostavljenja zaboravili jednu sitnicu — zaboravili su, da na zemlji postoje kopna i oceani. Svako se kopno ljeti grije, a zimi hladi više nego ocean.

Prema tome, u planetinu stroju postoje osim ekvatora i polova još i drugi kotlovi i hladionice. Zimi je svako kopno hladionica, a ocean — kotao. Ljeti je obratno.

A zbog toga se u složeni kružni put zraka upliču još i točkovi monsuna, koji se ljeti okreću na jednu stranu, a zimi — na drugu.

Centralno grijanje kopna

Nekad se mislilo da monsuni duvaju samo u Indijskom oceanu. Ali je već Vojejkov znao, da od monsuna zavisi klima čitavog kopna.

Za našu zemlju — bar za Murmansk — zimski monsun ne znači ništa manje, nego što za Indiju — ljetni. Tople struje, koje dolaze s oceana, ublažuju hladnoću u Murmansku: tamo je u siječnju temperatura za oko četrnaest stupanja viša, nego što je tamo negdje u Verhojansku, iako se Verhojansk ne nalazi sjevernije od Murmanska.

Uzrok je tu jednostavan: Murmansk se nalazi na samoj obali oceana, kraj peći. A Verhojansk je na tisuće kilometara od peći, toplina do njega i ne dostiže. Nije onda čudo, što zemlja tamo skroz promrzava.

Ako ćemo uspoređivati ocean s peći, onda je to velika peć, koja se sporo ugrijava, ali se zato i sporo hladi.

A kopno — to je nešto nalik limenoj peći; ona se lako užari, ali loše drži toplinu.

I tako u zimsko doba, kad se ova limena peć sledi, mi dobivamo dopunsko grijanje od tople peći oceana.

Ovdje se opet ispoljava vječita uzajamna suradnja tri svijeta; tri zemljina omotača: vode, kopna i zraka.

Negdje tamo na jugu vjetar, prolazeći iznad oceana, povlači za sobom vodu i stvara struju. Voda ide na sjever, noseći sa sobom toplinu južnih širina. A ususret joj dolazi sa sjevera hladni uzduh. On uzima toplinu od vode i dostavlja je na kopno kroz ulazna vrata bilo koga zaljeva ili perifernog mora.

Vršeni su pokušaji da se izračuna, koliko topline donese u našu zemlju uzduh s mora. Ustanovilo se, da iznad svakog centimetra obalske linije nama dolazi godišnje oko 4 milijarde velikih kalorija. Ovu količinu topline sadrže 600 tona ugljena.

Ali se naša obalska linija proteže mnogo tisuća kilometara. Prema tome, bile bi potrebne milijarde tona ugljena pa da zamijene oceansku peć, ako bi nam ona prestala davati toplinu.

Ako preciziramo usporedbu, onda ovo gotovo i nije peć, nego čitav sistem grijanja, centralno vodeno grijanje, koje ne grije kuću već kopno.

Prostorija je tako velika, da samo jedan sistem grijanja ne bi bio dovoljan. I tako, na našu sreću — osim sistema grijanja — Golfska struja na zapadu, nas grije s istoka drugi sistem — topla struja Kuro-Šivo[1].

Golfska struja grije bolje od Kuro-Šiva zato, što ona prilazi blizu kopna. Tu se ispoljilo okretanje zemlje, koje zanosi k desnoj obali ne samo rijeke, nego i morske struje.

Svake zime, kad oceani postaju grijači, a kopna hladionice, dvije tople zračne struje prodiru u našu zemlju. Jedna snažna struja donosi nam sa zapada toplinu Golfske struje, druga — slabija — ide s istoka i donosi toplinu struje Kuro-Šivo.

Struje idu jedna drugoj ususret, dajući usput toplinu kopnu, grijući zaleđene prozore na našim kućama, prisiljavajući izoterme, da se fantastično izvijaju na kartama.

I kad se obadvije struje sretnu negdje tamo na meridijanu Verhojanska između Lene i Jeniseja, ustanovi se, da su one obadvije već sasvim istrošile toplinu, koju su uzele od oceana. Eto, zašto je Istočni Sibir — najgore ugrijani dio naše kuće. Odande je daleko i do peći Golfske struje i do svih drugih oceanskih i morskih peći. Nije ni čudo, što se pol hladnoće smjestio u Istočnom Sibiru, a ne na geografskom polu.

Možda ćemo tokom vremena, kad budemo u stanju da slobodno raspolažemo ogromnim rezervama unutrašnje atomske energije, ispraviti izoterme, koje uporno puze sa sjeverozapada na jugoistok, umjesto da idu paralelama. Tada u Verhojansku ne će biti hladnije nego u Murmansku.

Ali za ovo treba do kraja potpuno shvatiti ne samo stroj atoma, nego i stroj planete.

Proučavajući nacrte ovog stroja, učenjaci su uzeli u obzir to, da se zemlja okreće i da na zemlji postoje kopna i oceani.

[1] Kuro-Šivo — topla struja u Tihom oceanu, koja oplјuskuje istočne obale Japana. — *Ur.*

Ali zbog pojednostavljenja oni privremeno nisu uzeli u obzir to, da zemlja nije glatka kugla i da se na njoj nalaze planine.

A planine — nisu tako mala stvar. Na njih se ne smije zaboraviti.

Uzmimo, na primjer, masiv Urala. On nije veoma visok. Pa ipak, on kao neka pregrada zadržava tople struje, koje idu preko naše zemlje sa zapada na istok.

Prema tome, i masiv je Urala također kriv, što je u Sibiru zimi hladno.

U drugom jednom kraju naše zemlje, kod Novorosijska, planine kao kakva brana zagrađuju put hladnom zraku, koji se kreće s kopna na more.

U kotlini pred planinskom branom visok je tlak. A nad morem je nizak. Topli se zrak penje nad morem pa nastaje jako vučenje, koje privlači sebi uzduh s kopna.

I tako se, konačno, hladni uzduh uspijeva otrgnuti iz kotline i prijeći preko planina. Snažni zračni pad sjevernog vjetra — borej ruši se na grad, na more. Čitave kompozicije vlakova prevrću se i lete s nasipa nizbrdo. Naleti ledenog vjetra otkidaju od sidra i izbacuju na obalu ne samo ribarske lađe, nego i velike parobrode. Brodovi u luci ne mogu se prepoznati, ledena kora pokrije ih do samih vrhova jarbola.

Život i doživljaji zračne mase

Što je shema postajala složenija, to je bivalo sve jasnije.

Učenjaci su unosili u zadatak jedan uvjet za drugim. Oni su sebi već jasno predočavali kako se zrak kreće po zemlji, ali ipak nije svejedno iznad čega se kreće.

Kad zračna masa dugo ostaje iznad pustinje, ona postaje suha i vrela. Iznad snjegova u Arktiku ona postaje suha i hladna. A tropska je šuma na ekvatoru rashlađuje i daje joj svoju vlagu.

Shema više nije bila shema. Već se jasno vidjelo, da na zemlji postoje kopna i oceani, planine i ravnice, da na

kopnu rastu šume ili se prostiru pustinje, da zimi na sjeveru leži snijeg, da ocean presijecaju tople i hladne struje.

Na prvoj shemi zemlja je bila mrtva, glatka, nepokretna lopta. I ova lopta kao da je oživjela — počela se okretati oko svoje osovine, nju je odjenuo zeleni pokrivač trave i stabala.

I u tom živom, punom pokreta svijetu zračne mase također kao da su oživjele. One prije nisu imale ime, bile su nalik jedna na drugu.

A sada je svaka dobila svoje ime. Kad učenjaci pišu: EZ, ti inicijali zračne mase odmah govore, odakle je ona rodom i što se od nje može očekivati.

EZ — to je ekvatorski zrak. On se rađa kod ekvatora, iznad vlažnih tropskih šuma, iznad tople vode oceana.

MTZ — to je morski tropski zrak. Njegov zavičaj su oceani u tropskom pojasu.

KTZ — njegov rođeni brat, kontinentalni tropski zrak. On se rađa također u tropskom pojasu, ali ne iznad oceana, nego iznad stepske pustinje.

KPZ — to je kontinentalni polarni zrak, rodom iz šuma i stepa, koje se zimi pokrivaju snijegom, prema tome, on je i naš zemljak.

AZ — arktički zrak. Rađa se pod snijegom i ledom Arktika u tami duge polarne noći.

Svaka zračna masa ima svoj karakter i svoju biografiju. Mogla bi se napisati pripovijetka o životu i doživljajima zračne mase.

Pokušat ćemo skicirati makar nacrt takve jedne pripovijetke.

Negdje tamo iznad toplih voda Atlantskog oceana u maglovite dane rodila se zračna masa. Njezini inicijali su — MPZ — ili morski polarni zrak. Ona je nastala od arktičkog zraka, koji je došao sa sjevera, iz zemlje leda, iz mraka duge arktičke noći.

Iznad oceana ona se ugrijala i uzela sa sobom zalihu vlage. I tako ona kreće na put — sa zapada na istok — onamo, kamo je nosi kružno kretanje atmosfere.

Vlažni slani vjetar kreće se nad oceanom, dižući valove, tjerajući brodove da se ljuljaju. Prevrnuvši usput nekoliko ribarskih čamaca, on dolazi do Britanskih otoka i gustom maglom pokriva londonske ulice. Svjetlost električnih žarulja teško prodire kroz tamu sitnih kapi.

A morski svježi zrak kreće dalje, prebacuje se preko tjesnaca i leti iznad evropskog kopna. On sam nije vidljiv, ali svi vide njegov teret — teške olujne oblake.

Seljaci, koji rade po poljima, s uznemirenjem osluškuju gromoviti bas nevidljivog putnika. I najednom se pljusak obori na polja, na krovove kuća, na zvonike, na zategnutu svilu kišobrana.

Spustivši u Zapadnoj Evropi dio svoga tereta, MPZ ide dalje k nama.

On ima susjeda — KTZ — kontinentalni tropski zrak. Granica između njihovih vladavina proteže se na tisuće kilometara. MPZ vlada sjeverno od granice, KTZ — južno.

Ali njihovi odnosi ne ostaju mirni. Granica se pretvara u frontu. Vreli, suhi, tropski zrak prodire na neprijateljski teritorij, noseći sa sobom oblake prašine. Fronta se ugiba u obliku valova, uzduž fronte prolaze cikloni.

I svaki je ciklon bitka.

Tropski zrak dubokim klinom prodire u neprijateljske položaje. Klin se kreće sve dalje k istoku, on prodire u polarni zrak, kao zubac pile.

Tropski zrak napada uzduž čitavog prednjeg kraja zupca — uzduž »tople fronte«. Ali polarni zrak pruža otpor ovoj navali. On je hladniji i teži, on se prostire nisko po zemlji. I topli zrak biva prisiljen da se penje na njegova ramena sve više i više.

Ljudi promatraju odozdo ovu bitku. Oni vide, kako se visoko na nebu pojavljuju perjasti oblaci (cirus). Ova lagana bijela vlakna od zelenih igala nagovještavaju toplu frontu, nastupanje toplog zraka.

Fronta se približuje. Perjaste oblake zamjenjuju visoko razastrti (cirostratos), a zatim kišni razastrti (nimbostratos). To postaje vidljivo, u kapljama se izdvaja vlaga, koju je donio topli zrak. Podigavši se u visinu, ovaj je zrak prestao biti nevidljiv — njegov se vlažni dah kao bijela para koluta na hladnoći, jer je tamo u visini hladnoća.

Fronta je sve bliža. Ljudi vide, kako se k njima kreće zid kiše. On sivom zavjesom zaklanja daleke šume. I evo, kiša već ide preko polja, ona je već sasvim blizu, ona lupka tisućama kapi o prozore vaše kuće.

Sada će kiša duže potrajati, sve dok se linija fronte ne pomakne dalje.

Prolazi jedan dan, drugi. I napokon krupnu kišu zamjenjuje sitna, sitnu kišu — izmaglica. Kroz oblake se pojavljuje plavo nebo. Tropski je zrak konačno zavladao onim krajevima, gdje vi živite.

No, da li će dugo trajati lijepo vrijeme? Jer ste se vi samo privremeno našli u sredini toplog klina, u vlasti tropskog zraka. Da li je on za dugo pobijedio? Iz pozadine na nj navaljuje polarni zrak. Približuje se hladna fronta.

Kao težak hladan val po zemlji se valja polarni zrak. Bolje je ne sresti se s njim. Naglo, jednim skokom, on baca uvis svoga protivnika. I na nebu najedamput niču divovske planine oblaka.

Po zemlji juri vihor, lomeći i noseći grane vrba, podižući oblake prašine, kovitlajući opalo lišće. Ali to je tek početak. Vihor sve više uzima maha, ljuljajući stabla i trudeći se da ih s korijenom iščupa iz zemlje. I za vihorom se na zemlju obara pljusak.

Tako se vodi bitka između dva nevidljiva — diva.

Poslije prve počinje druga bitka. Ciklon za ciklonom prolijeće iznad zemlje. I svaki se put tropski zrak probija na sjever, a polarni zaobilazi i u pozadini ciklona prodire duboko u neprijateljski položaj. Sve dalje i dalje na jugoistok idu struje polarnog zraka. On se rodio nad prostorom Atlantskog oceana, a dospijeva do pustinja Srednje Azije, do stepa Kazahstana.

Ali, koliko se on izmijenio. Teško ga je prepoznati. On je bio proziran i svjež morski zrak. A postao je suh, vreo, mutan od prašine. On više nije onaj. Moramo ga čak i drukčije nazvati. On je promijenio svoj stari zavičaj. Sada je njegovo ime — KTZ, kontinentalni tropski zrak — tako se nazivao i njegov donedavni neprijatelj.

Što će sad biti s njim, s tim putnikom, koji je usput promijenio i svoje ime i čitav svoj oblik? Da li će se prestati skitati po svijetu? Da li će se zauvijek nastaniti u stepama i u pustinjama?

Ne, zrak nema kad da se dugo odmara. Bilo koji točak planetarnog stroja dohvatit će ga i ponijeti sa sobom.

Možda će s točkom pasata dospjeti na ekvator i doći do vlažnih tropskih šuma, gdje će mu milijarde listova predati svoju vlagu. Možda će se naći u južnim širinama iznad oceana, u onim krajevima, gdje bi svaki tropski pljusak mogao za nekoliko metara podignuti vodostaj oceana, kad voda ne bi odlazila strujama i kad se ne bi opet isparavala u uzduh.

A možda će naš putnik, odahnuvši u pustinji, dospjeti u prijašnji točak, u prijašnji kolosijek i poći ususret novom došljaku s Atlantskog oceana.

Tako živi i putuje zrak, prelazeći tisuće kilometara nad zemljom, od ledenih polja Arktika do tropskih šuma ekvatora, stupajući usput u borbe, odnoseći pobjede i trpeći poraze.

Ponekad putovanje zraka-nevidljivka podsjeća na trke s preponama.

Od Tihog oceana kreće k Americi hladan vlažni zrak. On je uzeo teret vlage iznad oceana i nosi je kalifornijskim vrtlarima i farmerima Dakote i Montane.

Ali se na putu iz Seattlea u Sjedinjene Države pred njim diže zid: Kaskadske planine.

Zrak se penje na planine. Vlaga, koju je on donio, pošto se ohladi, skuplja se u oblake i kovitla oko planinskih vrhova. Iz oblaka u pahuljicama pada snijeg. U planinama nastaju vijavice, koje pokrivaju kamenite kose snježnim perinama.

Pošto prijeđe preko planina, zrak se spušta dolje. On je postao suhlji, jer je izbacio na planine dio svog vlažnog tereta. On se u visini nije mnogo ohladio, zato što ga je ugrijalo padanje snijega. Jer se u vodi, kao i u gorivu, nalazi toplina. Kad se voda smrzava na nebu, ona predaje zraku onoliko topline, koliko uzima u vrijeme topljenja snijega od sunčanih zraka, od toplog proljetnog vjetra.

Malo rashlađen u visini, vjetar se spušta dolje. I što niže pada, tim ga više sabija atmosferski tlak koji raste. A to ga također grije. Svatko, tko je pumpao zrak u točak zna, da se od pritiska zrak ugrijava.

Kad prijeđe preko planina zrak se ne može prepoznati. On je bio vlažan i hladan, a postao je suh i topao. On je platio za ulaz na kontinent velik dio onoga što je uzeo od oceana.

Postavši suh i topao, zrak prima u se oblake. Oblaci se tope u njemu kao šećer u vodi.

Nad pustinjom duva suh i vreo vjetar. Tamo se i nalaze pustinje zato, što je to velik put, po kome se kreću svi isušujući vjetrovi s Kaskadskih planina.

Ali na putu zraka uzdiže se nov zid: Stjenovite planine.

Zrak je opet prisiljen da se penje uz padinu. I opet hladeći se daje planinama svoju vlagu — ostatke bogatstva donijetog s Tihog oceana. Planine se raduju daru. Njihove se padine još gušće oblače u zelenu, igličastu odjeću borovih šuma.

A zrak, pošto prijeđe preko planina, postaje još vreliji, još suši.

On je bio milostiv prema planinama, ali je nemilosrdan prema ravnicama.

Farmeri u Dakoti gledaju na vedro nebo i govore: »Kiši nema ni nade, sa Stjenovitih planina duše Činuk«.

Činuk je ime jednog od indijanskih plemena. Imenom Indijanaca-Činuk — kršten je vjetar njihova zavičaja.

Tako se mijenja zrak na putu od Aljaske do Dakote. On je bio vlažan i hladan, a postao je suh i vreo. On je donio s mora bogat teret planinskim šumama. Voda Tihog oceana napojila je žile svakog bora, svakog mahagonija[1] na planinskim padinama i pojurila je kanalima za navodnjavanje naniže, na plodne kalifornijske njive — k stablima narandži i bresaka.

A u Dakotu je zrak došao praznih ruku.

---

[1] Mahagonij — svijetlocrveno drvo.

To je priča o događajima, u kojima sudjeluju slijedeće osobe: zrak, planine, ocean, kopno, oblaci, mećave, borovi, narančina stabla i ljudi.

Sva su ona povezana zajedničkim sujetom, koji se na znanstvenom jeziku zove transformacija zračne mase. I ovaj sujet je samo mala epizoda u velikoj epopeji prirode.

O umišljenim i stvarnim nevoljama

Bile bi potrebne stotine strana, da bi se podrobno prikazali život i sudbina svih zračnih i vodenih masa u hidrosferi i atmosferi.

Ove dvije zemljine sfere kao da se odražavaju jedna u drugoj.

Na svaki pokret vjetra, ocean odgovara nizom valova, na svaki vihor odgovara vrtlogom. Potrebno je samo da se atmosferski pritisak popne za jedan milimetar, pa da se odmah voda u oceanu spusti za trinaest milimetara.

Ocean, kao ogromni barometar, reagira na najmanju promjenu pritiska. I tamo gdje se nivo vode spusti, u nastalu depresiju pojuri voda s onih mjesta, gdje je nivo vode viši.

Oba oceana — zračni i vodeni — sudjeluju u jednom zajedničkom radu — žive zajedničkim životom.

Svaki ima vlastitu troposferu, gdje se kreću ili miješaju uzduž fronta zračne ili vodene mase. I svaki ima stratosferu, gdje je hladnije i mirnije nego u troposferi, gdje nema tako naglih promjena.

U zračnom oceanu stratosfera se nalazi iznad troposfere.

U vodenom — obratno, gore je troposfera, a ispod nje stratosfera.

Struje zraka i struje vode neprestano vrše međusobnu izmjenu tvari i energije. Naše zračno vrijeme i ono vodeno vrijeme, s kojim imaju posla ribe, zavise jedno od drugog i utječu jedno na drugo.

Sve je na svijetu povezano sa svim. I to postaje naročito jasno, kad se sazna, kako su povezani vodeni i zračni omotači zemlje.

Dvije milijarde godina, ako povjerujemo geolozima, postoji naša planeta. Dvije milijarde godina bilo je potrebno, da bi se stvorio njezin orijaški stroj, da bi se podesile jedna prema drugoj sve njezine sfere, svi njezini dijelovi.

Dovoljno bi bilo da se promijeni jedan dio, pa da čitav rad stroja postane drugačiji.

Što bi bilo, na primjer, ako bi se u oceanu zaustavile struje — i na površini i u dubini.

U oceanu bi uginula sva živa bića — svjetski ocean bi postao mrtvi ocean. Ribe bi se ugušile u dubini od nedostatka kisika, kisik bi počeo nedostajati zato, što bi se u oceanu promijenilo provjetravanje.

Svi mi znamo, da čak u veoma velikim dubinama ima riba i da one dišu kisik. A mi čak i ne pitamo: pa kako kisik dospijeva tako duboko? Kako se ocean provjetrava?

U rudničkim oknima, u dubinama zemlje ljudi postavljaju za provjetravanje ventilatore. A kakvi su ventilatori postavljeni u podvodnom svijetu?

Ovdje stvar stoji ovako. Zimi se u našim krajevima voda hladi i postaje teža. Ona se spušta, a na njezino mjesto odmah dolazi druga, laganija, iz toplih krajeva.

Dobiva se točak-voda u našim krajevima se spušta i ide podvodnim strujama ekvatoru. A od ekvatora topla i lagana struja ide po površini k nama.

Upravo taj točak i provjetrava, kao neki ventilator, oceanske dubine. U hladnim krajevima voda uzima sa sobom kisik, a što je hladnija, tim više ga može i uzeti. Podvodna struja nosi taj kisik ekvatoru. Zato i jest na ekvatoru onako bogat život u dubinama. A s ekvatora voda ide po površini natrag — u naše krajeve — po nove zalihe kisika.

Ako bi se zaustavio ovaj točak, ovaj orijaški ventilator, zaustavio bi se i sav život u podvodnom svijetu.

Tako se evo u Crnom moru ne može naći nijedna riba na dubini od dvjesta metara. Tamo je sva voda zasićena

sumporovodikom. Od svih živih bića tamo mogu živjeti samo sumporne bakterije, kojima nije potreban kisik.

I to je sve zbog toga, što se Crno more nalazi daleko od ventilatora, ono se loše provjetrava, u njega dospijevaju male količine kisika.

Ali, zaustavljajući ventilator, mi ne bismo nanijeli štetu samo stanovnicima dubina. Loše bi prošli i oni stanovnici oceana, koji žive gore, blizu površine; oni ne bi trpjeli nedostatak u zraku, ali bi imali nedostatak u hrani, u hranjivim solima.

Ogromni točak podvodnih struja donosi s oceanskog dna na površinu zalihe dušika, fosfora, silicija i mnogih drugih tvari za sićušne morske biljke gornjeg kata. Dolje, na dnu, trunu ostaci bića, koja su nekad živjela u oceanskoj dubini. Kad bismo zaustavili točak struja, prestalo bi dovlačenje gnojiva za zelena polja oceana.

Podrumi oceana bili bi prepunjeni ostacima, hranom, a gore bi vladala glad.

Teško je čak i zamisliti, što bi se sve dogodilo, kad bismo zaustavili kružni tok u oceanu.

Od oceanskih toplih struja uzima toplinu zrak, koji kreće na kopno. Ako bi struje prestale donositi toplinu s juga na sjever, promijenila bi se i klima na kopnu. Zime bi postale surovije, kasnije bi krenuo led rijekom i topili se snjegovi, kasnije bi se pokrivalo lišćem drveće i livade travom.

Ne može se dirnuti čak ni mali dio stroja, a da se to ne odrazi na klimi, na sudbini živih bića.

Postoji u stratosferi sloj ozona. Ako bi se sav taj ozon, koji je raspršen po zraku, skupio zajedno, dobio bi se ekran debljine tri milimetra. I taj ekran, taj tanani pokrivač, štiti od pogibelji život na zemlji — zadržava nevidljive zrake, koje bi pobile sve živo, kad bi taj ekran iščezao.

No, zašto govoriti o zamišljenim katastrofama. Dešavali su se u stratosferi slučajevi, kad se orijaški stroj planete zaustavljao, doduše ne sasvim, nego samo malo i za kratko vrijeme mijenjao svoje kretanje.

U Tihom oceanu kraj ekvatora prilazi obalama južne Amerike topla struja El-Nino. U siječnju godine 1925. ona se iznenada spustila daleko na jug. I to je odmah povuklo za sobom dug niz nesreća. Najprije su počele ginuti sićušne biljke i životinjice, koje se nalaze u gornjem katu mora. Za njih je voda od 26 stupanja bila isto što za nas uzavrela voda. Poslije njih počele su ginuti od gladi i ona bića, koja su se njima hranila. Ribe su počele napuštati ove vode, koje su postale mrtve.

A kad odlaze ribe, ne ostaje hrana za morske ptice.

Nesreća, koja je počela u oceanu, obuhvatila je zrak i kopno. Ribari su se vraćali kućama bez lova. Nad toplim oceanom zalebdjeli su kao gusti pokrivač oblaci.

Vjetar je nosio oblake iznad kopna — i kopno je prestajalo biti kopno. Nezapamćene kiše oborile su se na njega, ne dajući mu predaha. Poplave su plavile gradove, rušeći kuće. Ljudi su nalazili smrt u vodi.

I sve se ovo dogodilo zbog toga, što je jedna od oceanskih struja skrenula sa svog uobičajenog puta.

Možemo se sjetiti i drugih slučajeva, kad su se u stroju planete događale promjene.

Godine 1912. na Aljasci je bila erupcija vulkana Katmaja. Čitavo more unaokolo bilo je pokriveno plovućcima, kao da su ga popločali kamenom. Prašina, izbačena u zrak, bila je zahvaćena gornjim strujama i ponijeta na istok. Ona je prošla iznad Sjeverne Amerike, iznad Atlantskog oceana i za 15 dana stigla je u Evropu. Ona je išla sve dalje i dalje i naskoro je obavila čitavu sjevernu polutku. To je bio pokrivač, koji nije grijao zemlju, nego ju je hladio, zato što je zadržavao gotovo četiri petine sunčevih zraka. Negdje tamo na Aljasci dogodila se erupcija vulkana, a u Evropi su polja i šume dobili manje svjetlosti, i ljudi po plažama nisu pocrnjeli onako mnogo, kao obično.

Dvije godine zadržavala se u zraku ta prašina. I tek pred godinu 1914. razišla se, a zračni omotač zemlje postao je proziran.

U mehanizam planete dospjela je prašina. Ako prašina usporava rad naših malih ručnih satova, onda i orijaški

mehanizam planete također ne voli prašinu. Točkovi cirkulacije počinju raditi manje energično, kad se zrak zamuti i zadržava sunčeve zrake.

Eto, koliko je osjetljiv mehanizam — naša planeta. Ona reagira na svaki potres, koji izbacuje prašinu iz vulkanskog ždrijela.

No, to je bio relativno malen zastoj, i usto se vulkanske erupcije ne događaju tako često.

A ipak zastoji u radu planetskog stroja svaki čas skreću pažnju na sebe svakoga od nas.

I svaki zastoj stroja ostavlja trag i u radu ljudi.

Kad na rijekama rano krene led, moraju se prije nego obično rasklapati i podešavati mostovi radi propuštanja leda.

Ranije kretanje leda je raniji početak plovidbe. Lađari moraju brže pripremati brodove, splavari se — pripremati za splavarenje.

Pa zar se mogu nabrojiti sve posljedice ranog proljeća.

U istom je tom lancu uzroka i posljedica i rad zemljoradnika i vrtlara.

Rano je proljeće rano oranje.

A ako se proljeće zadrži zbog prodora arktičkog zraka, taj zrak može uništiti u voćnjacima voćke.

Sasvim nedavno — godine 1924. — arktički je zrak prodro daleko na jug do crnomorske obale. I tog hladnog zraka bilo je tako mnogo, da se nije uspio usput ugrijati. Dah Arktika dospio je do Gruzije i uništio tamo mnogo narančinih i mandarinovih stabala, koja nikako nisu navikla na takvu hladnoću.

U stroju planete postoji točak monsuna. Od njihova rada zavisi blagostanje milijuna ljudi. Dovoljno je da točak monsuna uspori svoje kretanje, pa da u Indiji počne suša, a zajedno sa sušom da nastane glad.

I eto, opet se vraćamo na ono isto: zar čovjek mora ostati nezaštićena i bespomoćna igračka u rukama prirodne sile? Je li on nju proučavao i promatrao tisuće godina za to, da bi joj i dalje bio podvrgnut?

Ne, on već zna, da i za nju postoji uzda, postoje zakoni, koji njome upravljaju.

Prirodna sila za nj više nije samovoljno božanstvo, nije zapovjednica iz bajke.

Gledajući na svoju planetu, on vidi točkove i prenosnike orijaškog mehanizma. On već pruža ruku k polugama, kako bi naučio upravljati strojem. I on ne skida pogleda s njega, da ga nikakva neočekivanost ne bi mogla zateći nespremna.

SEDMO POGLAVLJE

TISUĆAMA OČIJU

Kako je čovjek naučio gledati tisućama očiju

Tisućama očiju moramo pratiti prirodne sile, da bismo umjeli proricati njihovo ponašanje.

U našoj zemlji ima 3.000 hidrometeoroloških stanica i 4.000 motrilišta.

I to nije tako mnogo, kako izgleda, jer naša je zemlja velika. Ako se pogleda na kartu, na kojoj su stanice označene kružićima, odmah se može primijetiti, da kružića ima više na zapadu i na jugu. A na istoku i na sjeveru — u Arktiku, u Sibirskoj tajgi i u pustinjama Srednje Azije — nema dovoljno stanica.

Hidrometeorolozi su izračunali, da bi bilo potrebno izgraditi još 7.000 stanica i 23.000 motrilišta, pa da u našoj državi ne ostane ni jedan kutić, gdje bi se vrijeme moglo sakriti od ljudskog pogleda.

Ali, osim naših stanica ima još na tisuće drugih — u svim državama svijeta. Sve one sudjeluju u jednom zajedničkom svjetskom radu.

Drugačije pak i ne može biti. Ta vrijeme se ne obazire na granice.

Vrijeme treba promatrati na čitavoj zemljinoj kugli — na kopnu i na moru, na vrhovima planina i u zraku iznad zemlje.

Gledati s dva oka umije svatko.

Ali, kako da se gleda na zemljinu kuglu istodobno tisućama očiju?

Kad glazbenici sjede zajedno i gledaju dirigenta, nije im teško prinijeti trube usnama u isti tren, na zamah dirigentove palice.

Ali, gdje da se nađe dirigent za mnogo tisuća promatrača, koji motre vrijeme na pet kontinenata?

Tu odmah pada na um riječ »sat«.

Kazaljka na satu može se pretvoriti u dirigentsku palicu: dogovoriti se, da svi promatrači gledaju u sprave istodobno — po satu.

Ali i tu nešto nije uredu, jer je vrijeme u raznim mjestima različito. U jednom mjestu, to će se dogoditi — u podne, u drugom — prije zalaska sunca, u trećem — noću. I kad se sva promatranja skupe zajedno, bit će nemoguće stvoriti iz njih jednu opću sliku vremena, shvatiti, gdje je toplije, gdje hladnije.

U Moskvi je, recimo, danas toplije nego u Vladivostoku. Ali u Moskvi sunce još grije iz sve snage, a u Vladivostoku je već zašlo. Kako da se tu čovjek snađe; zbog čega je u Moskvi toplije — da li zbog toga, što je tamo toplije vrijeme ili zbog dnevnog kretanja vremena — zbog toga, što je u Moskvi još dan, dok je u to vrijeme u Vladivostoku već noć.

Različito vrijeme u raznim mjestima — eto prve poteškoće s kojom se susreću promatrači, kad pokušavaju gledati u stroj planete kao jedan čovjek s tisuću očiju.

Ali teškoća nije samo jedna, već ih je mnogo.

Na zemlju ne treba gledati samo istodobno, nego i istovjetno.

Treba istovjetno gledati i istovjetno vidjeti.

A ljudi gledaju i vide na različite načine.

Uzmimo, recimo, takvu stvar, kao što je vidljivost.

Ako promatrač saopćava, da je na aerodromu A slaba vidljivost, avion se mora spustiti na aerodrom B, gdje je vidljivost dobra.

Ali što će da bude ako promatrači gledaju stvari na razne načine. Ono, što jedan drži za dobru vidljivost, drugi smatra, da je loša.

Može se kazati, da to nastaje zbog toga, što se vidljivost određuje odoka, bez sprava.

Ali i sprave — čak i najtočnije — također vide različito.

Ne postoje dva jednaka čovjeka. I nije tako lako naći ni dvije potpuno jednake sprave.

A nama su potrebne tisuće očiju i tisuće sprava.

Različito vrijeme, različite oči, različite sprave...

Kako da se sve ovo pomiri, da se svede na zajednički nazivnik?

To nije tako jednostavno.

Pa čak kad bi promatrači i imali istovjetne oči i jednake sprave, i isto vrijeme — ipak, već i samo to, što se nalaze u raznim mjestima, njima bi smetalo da istovjetno promatraju.

Uzmimo dvojicu promatrača. Jedan je na planini, drugi u ravnici. Oni istodobno gledaju u barometar. I ustanovljuje se, da je pritisak na planini niži nego u ravnici. Barometri nisu zato pokazali različit pritisak, što je na ovim dvjema stanicama različito vrijeme, nego zato, što se stanice nalaze na različitim visinama.

Uzmimo sad dvojicu drugih promatrača, nasumce izabranih iz mnogo tisuća. Jedan je promatrač na sjeveru, drugi — na jugu. I tu i tamo je potpuno isti pritisak, ali su dva svjedoka — dva barometra dala različite iskaze, zato što je na sjeveru bilo hladno, a na jugu toplo. Na sjeveru se živa naježila od hladnoće, i zato je barometar pokazao manje nego što treba. A na jugu se živa od topline raširila. Barometar kao da je zaboravio, da je on barometar, a ne termometar, i reagirao je na povećanje temperature.

Ali, kad bi čak i na sjeveru i na jugu bilo apsolutno jednako vrijeme, kad bi i tu i tamo bilo podjednako toplo ili podjednako hladno, ipak se iskazi barometra ne bi međusobno slagali. Na sjeveru snaga zemljine teže nije onolika, kolika je na jugu: tamo je živa teža i, prema tome, potreban je manji stup žive u barometru, da bi se uravnotežio isto toliki pritisak.

Pa što ćemo onda?

Što treba uraditi da tisuće promatrača vide jednako, bez obzira na to, što borave u raznim mjestima, što imaju nejednake oči, nejednake sprave, nejednako vrijeme dana, nejednako godišnje doba, pa čak nejednaku i snagu zemljine teže.

Što da se uradi, da bi tisuće očiju bile kao jedno oko?

Možda je to nemoguće?

Ne, ljudi uvijek mogu naći zajedničko gledište i ako je to potrebno dogovoriti se. Zato i jesu ljudi.

Zadatak je tako velik, da ga moramo rješavati dio po dio.

Počnimo s vremenom.

Kako da postupaju promatrači, pa da bi istodobno gledali na sprave?

Moglo bi se posavjetovati promatračima da počinju rad po svome lokalnom vremenu.

Klimatolozi će biti zadovoljni. Proučavajući tablice promatranja, oni će biti u stanju sebi jasno predočiti kakvo je vrijeme bilo u ovom ili onom mjestu ujutro, danju, uveče, noću.

Ali se takvo rješenje pitanja ne će svidjeti sinoptičarima. Ta promatrati prema lokalnom vremenu nikako ne znači promatrati u isto vrijeme.

Promatrač u Moskvi izići će ujutro na motrilište za nekoliko sati kasnije od promatrača u Čeljabinsku, zato što u Čeljabinsku jutro sviće prije nego u Moskvi. A za tih će se nekoliko sati promijeniti položaj ciklona, fronti — anticiklona.

Može se dogoditi, da neki anticiklon iz Čeljabinska uspije doći do Moskve. I tada će se desiti, da se na sinoptičkoj karti jedan te isti anticiklon pojavi na dva različita mjesta.

Pa što onda? Da poslušamo meteorologa i da promatranja vršimo po lokalnom vremenu ili da poslušamo sinoptičara i da meteorološka promatranja vršimo istodobno na čitavoj zemljinoj kugli?

Na međunarodnoj meteorološkoj konferenciji, održanoj u Parizu godine 1946., odlučeno je, da se u sinoptičke svrhe meteorološka promatranja vrše istodobno po greenwichkom vremenu u 1 sat, u 7 sati i u 19 sati. Ali će sada sinoptičari morati da unose popravke za dnevno kretanje vremena. A u klimatske svrhe meteorološka promatranja vršit će se po lokalnom vremenu.

Jednu smo teškoću prebrodili.

Pređimo na druge.

Promatrači moraju motriti istovjetnim očima, oni moraju imati za sve jedno isto mjerilo.

Ako jedan kaže, da je vidljivost loša, onda i drugi, pod istim uvjetima, mora kazati to isto.

Kako onda da se postigne da tisuće ljudi vide jednako?

Potrebno je za vidljivost izabrati jedinstveno mjerilo i dogovoriti se, da svi koriste to mjerilo.

A kakvim aršinom da se mjeri vidljivost?

Takav aršin ima sada svaka meteorološka stanica. On je toliko velik, da se ne može staviti u džep. Umjesto crta, na njegovoj skali su telegrafski stupovi, jele, kuće, crkve, tornjevi crpki za vodu, šume i planine.

Do prve crtice — recimo, do telegrafskog stupa — 50 metara. Do jele, koja usamljeno stoji u polju — 200 metara, do crpke za vodu — 4 kilometra, do udaljene šume — 10 kilometara, do planine — pedeset.

Ako jasno vidite planinu — vidljivost je 9 poena, ako se zbog sumaglice, zbog magle, planina ne vidi, ali se vidi šuma — vidljivost je 8 poena. Crpka je crtica, koja označava 6 poena. Telegrafski stup — 1 poen.

Mogu postojati i druge orijentacione točke — ako nije crpka, onda visoka kuća; ako ne šuma, onda strma morska obala. Samo da razmak do orijentacionih točaka bude upravo onoliko, koliko smo ugovorili. Tako je druga teškoća svladana.

Pokušajmo sada svladati i treću.

Promatrači imaju različite sprave. I ne možemo postići da sve sprave budu jednake.

Tu je također potrebno, da se svi nekako dogovorimo. Izabrat ćemo bilo koju dobru, točnu spravu i odlučit ćemo da je smatramo za uzor — etalon. A sve druge ćemo uspoređivati s njom.

Ljudi su tako i postupili.

Kod nas se uzorne sprave čuvaju u Glavnom geofizičkom opservatoriju. Po njima se provjeravaju sve ostale.

Četvrta teškoća: stanice se nalaze u raznim mjestima. Jedne su stanice na planini, druge — u ravnici, jedne su na sjeveru, druge — na jugu.

Šta treba uraditi, da promatrači gledaju tako, kao da se ne nalaze na raznim mjestima, nego na istom mjestu?

Pa opet moraju da se dogovore: treba uzeti bilo koju stanicu za uzorak i s njom uspoređivati ostale.

Ali, da li postoji na svijetu uzorna stanica?

Uzmimo jednu stvar, kao što je mjerenje pritiska. Ma gdje se stanica nalazila, barometar će reagirati ne samo na pritisak, nego i na temperaturu: on će po hladnom vremenu pokazivati malo manje, nego što treba, po toplom — više.

Ali ako bi na stanici bila uvijek ista temperatura, njezin barometar se ne bi mogao sumnjičiti, da zaboravlja na svoju pravu namjenu. A da li na zemlji postoji takvo mjesto, gdje nikad nema prijelaza od toplog k hladnom, od hladnog k toplom?

Takva se stanica može samo zamisliti, tu može biti samo jedan izlaz — pozvati u pomoć maštu. Mašta je mnogo puta pomagala učenjacima, kao što pomaže pjesnicima.

Zar zemljina os, ekvator, meridijani, paralele nisu zamišljene linije?

Onda ćemo zamisliti takvu stanicu, na kojoj nema ni žege, ni mraza, gdje je uvijek ojužavanje — točno nula stupanja. Neka se ova stanica nalazi — da nikome ne bude

krivo — upravo na sredini između pola i ekvatora — na širini od 45 stupanja. Neka se ona ne nalazi u planini — planine imaju razne visine — nego u razini mora. Razina mora je svuda jednaka ili gotovo jednaka. I neka konačno, na ovoj zamišljenoj stanici budu iste onakve uzorne sprave, kao što su one, koje se čuvaju u Glavnom geofizičkom opservatoriju.

Sada ostaje svima promatračima da zaključe sporazum:

Ma gdje se promatrač nalazio, on se mora, pošto pogleda na barometar, odmah latiti izračunavanja. On mora izračunati po tablicama ili po formulama, kakav bi pritisak bio, kad bi i na njegovoj stanici živa termometra također stajala na ništici, kad bi njegov barometar bio uzorni, i kad bi se njegova stanica nalazila na visini mora, na širini od 45 stupanja.

I tek tada, nakon svih ispravaka, moći ćemo uspoređivati promatranja, izvršena u tisuću raznih mjesta.

Tisuće očiju će gledati jednako i istodobno . . .

Moja knjiga nije udžbenik meteorologije. I ona nije napisana za meteorologe, nego za one, koji ne znaju, što je meteorologija.

Želio bih, da se moji čitaoci, isto onako kao i ja, čude, koliko je komplicirana stvar gledati tisućama očiju i koliko je bilo potrebno ljudima uma i mašte, da bi se naučili odgovarati na, izgleda, jednostavno pitanje: Kakvo je sada vrijeme na zemljinoj kugli?

Želio bih također, da čitaoci zamisle tog planetarnog, tisućuokog, svuda prisutnog čovjeka, koji umije gledati na svoju planetu onako, kako nikad ne bi bio u stanju, da je promatra pojedini mali dvooki čovjek.

I tada će, možda, moja jednostavna priča pomoći ljudima, da nalaze zajednički nazivnik — zajedničko gledište — i u drugim ovakvim slučajevima, i da sabiru — kao tisuće razlomaka — tisuće svojih napora.

Promatrač izlazi na motrilište

Rano je jutro. Na satu je 6,30.
Promatrač izlazi na motrilište. U rukama mu je olovka i knjižica za bilježenje promatranja.
Napolju je vedro vrijeme, ili pada kiša: nema ni vjetrića, ili orkan lomi grane na drveću.
Promatrač ne čeka, dok se utiša vjetar, ili prestane kiša. Nikakva oluja ne ulazi u račun.
Točno u 6,30 promatrač izlazi na motrilište.
Događalo se i to, da promatrača nije obarao s nogu vjetar, nego val eksplozije. Po krovovima, po zidovima nije udarao vodeni, nego čelični pljusak.
Pa ipak, točno u 6,30 promatrač izlazi na motrilište.
Tako je bilo u opsjednutom Lenjingradu.
Na meteorološkoj su stanici u luci krhotine granata lomile željeznu ploču vjetrokaza. Na zgradi su izletjela vrata, srušili se zidovi i pali stropovi.
Izgledalo je, da je rad nemoguć. Ali promatrači su nastavljali rad.
Za vrijeme mira i za vrijeme rata, točno i bez zastoja obavlja se rad hidrometeoroloških stanica.
Eto, kod koga se treba učiti točnosti.

Od 6,30 do 6,38 promatrač obilazi sprave i gleda, jesu li u redu, nije li im se dogodila kakva neugodnost.

Prije nego što će se baviti vremenom na zemlji, on se upoznaje s podzemnim vremenom od drugih zemljišnih termometara, koji strše iz zemlje. Postoje i takvi termometri, koji leže na zemlji. Njihov je posao da mjere temperaturu na samoj površini.

Jer kraj naših nogu i na visini našeg nosa vrijeme nije nikako isto. Dolje može biti mnogo toplije ili hladnije, nego što je za jedan metar više.

Svak je čuo za izraz »radni konj«. Ali je li im se desilo da čuju za »radno zemljište«?

To je ono zemljište, u kome se obavlja za nas nevidljivi rad klijanja sjemena, gdje žile biljaka, granajući se, nabavljaju sebi hranu i vlagu.

Da li je toplo ili hladno zrnu u zemlji? To treba da znaju inženjeri polja — agronomi. Zbog njih, zbog agronoma i razgovara promatrač svako jutro sa zemljišnim termometrima.
Ali je taj razgovor mnogo kraći od moje priče o njemu. Jednu minutu kasnije promatrač ne gleda više sebi pod noge nego ravno u daljinu. On se mora pobrinuti i za zrakoplovce. Kakva je danas vidljivost? Vidljivost je slaba — dvojka.
Na ogromnom aršinu može se vidjeti samo druga crtica — jela usred polja.
A vjetar? Što radi Nevidljivko? Za raspoloženje Nevidljivka interesiraju se i zrakoplovci, i pomorci, i artiljerci na svom poligonu.
Promatrač prilazi visokom stupu vjetrokaza i zabacuje glavu. Tamo, na samom vrhu nalazi se osam željeznih prutova, koji gledaju na osam strana. Na jednom je prutu željezno slovo — N — sjever. A iznad prutova je mali vjetrokaz.
Nevidljivko-vjetar igra se s vjetrokazom, okreće ga, okreće čas na istok, čas na jugoistok. A promatrač bilježi — vjetar od zapadnog do sjeverozapadnog.
Ali Nevidljivko ima ovdje i drugu igračku — pokretljivu željeznu ploču. Nevidljivko diže i spušta ploču. I što je veća njegova snaga, to se više podiže ploča, klizeći uzduž željezne skale.
Nevidljivko se objašnjava s promatračem gestima. Ali je za promatrača ovaj jezik gesta razumljiviji, nego jezik riječi. Ploča se digla do trećeg biljega, prema tome, brzina vjetra je 6 metara u sekundi.
Poslije razgovora s vjetrom počinje razgovor s oblacima.
Promatrač upitno gleda na nebo. Koliko ima oblaka? Kakvi su? Na kojoj su visini?
Za koga se on brine ovog puta? Pa, naravno, opet za zrakoplovce. Ako je oblačni strop na visini od trista metara, još se može letjeti. A ako se strop spustio na sto metara ili niže — mora se sjediti kraj zračnog mora i čekati na vrijeme.

Ali, gledajući u oblake, promatrač ne misli samo na zrakoplovce. On misli i na svoje bliske drugove — sinoptičare, na one, koji proriču vrijeme.

Jer za prognozu, za proricanje vremena nikako nije svejedno, kako izgleda nebo.

Iskusan sinoptičar čita nebo kao knjigu. Ako ujutro na grebenima bijelih oblaka počinju rasti uvis zupci i kule, i ako ovaj zračni grad brzo mijenja svoje konture — sinoptičar misli: ne će li danas biti bure.

A ako su oblaci rasijani po nebu kao krupan šljunak kraj vode, i ako je između tog šljunka — kao voda — plavo nebo, sinoptičar kaže: ovakvi oblaci ne donose kišu.

Za nas su oblaci isto što i slova za nepismenog. Mi s naporom razlikujemo jedno nebesko slovo od drugog.

A čovjek, koji zna nebesku abecedu, odmah će vam reći, da su svi ovi oblaci — cirostratosi vlaknasti, a oni — stratokumulusi zupčasti.

Ako nas upitaju, je li daleko do onog tamo oblaka, mi ćemo vjerojatno reći: »A tko ga zna! Nebo ne možeš izmjeriti!«

Ali ponovite isto pitanje pismenu čovjeku, i on će vam dati točan odgovor: eto, ovi cirostratusi plove na visini, koja nije manja od šest kilometara, a oni stratokumulusi su mnogo niži, do njih ne će biti ni dva kilometra.

Mi smo vidjeli više puta, kako na obzorju kumulusi rastu u visinu. I nije nam palo na um da upitamo: a zašto su kumulusi odozdo pljosnati i počinju svi na istoj visini, a njihovi se vrhovi uzdižu kao klobuci, kao kupole? Tko ih gradi na nebu? Kakva ih snaga prisiljava da rastu sve više i više?

A poznavaocu nebeske abecede — meteorologu — sve je to razumljivo. On zna, da se to topli zrak u ogromnim klobucima penje uvis nad zemljom, koju je ugrijalo vrelo ljetno sunce.

Ali gore je hladnoća. Kao para oko konja, kovitla se vihor na nebu, označujući put Nevidljivka.

Sve više se podižu bijeli klobuci — sve više se penje Nevidljivko. Rastu bijele kupole, bijele kule. I evo od vrha

najviše kule proteže se sa zapada na istok dugi bijeli pojas. To znači, da se Nevidljivko, pošto je stigao do tih visina, prestao penjati, pa je skrenuo na istok.

Tako meteorologovo znalačko oko vidi nebo na potpuno drugi način od oka onoga, koji ne poznaje nebo.

Samo se pjesnik može usporediti s naučenjakom u snazi zapažanja i oštrini oka.

Čaroban se grad ponekad sliva
Od letećih oblaka,
Ali čim ga vjetar dodirne,
On se topi bez traga...

Na naučnom jeziku takvi oblaci — slični gradu sa zupcima, s kulama — nose naziv: altocumuli castellati, visoko plastasti, razastrti.

Za pjesnika, kao i za učenjaka, nisu ni sve zvijezde ni svi oblaci slični.

Ali i pjesnik može naučiti da čita nebesku knjigu tek onda, kad se upozna sa znanošću. Samo znanost može kazati čovjeku: evo, ovi zupci i kulice u oblacima nagovještaju pljusak.

I tako promatrač gleda na oblake. Njih je mnogo, jedni su na zapadu, drugi na istoku, jedni su viši, drugi — niži. Ali promatrač ih, kao neki div, zgrabi sve u naručje, naravno u mislima, i skuplja ih zajedno, da bi odredio koliki dio neba zauzimaju.

A međutim se kazaljka na satu približuje sedmom satu. Točno u sedam, nula, nula, promatrač prilazi »kolibici na kokošjim nogama« — k bijeloj drvenoj stražarnici na četiri drvene noge.

To je kućica za sprave, koje mjere temperaturu i vlagu. Na izgled u njoj nema ništa naročito komplicirana. Ali nju izmisliti nije bilo jednostavno.

Ona se morala napraviti, da bude zatvorena, kako bi štitila sprave od kiše i snijega, od naleta vjetra, od neposrednih sunčanih zraka.

Ali u isto ju je vrijeme trebalo napraviti i da bude otvorena, kako bi u nju slobodno ulazio zrak. Te sprave su zato i smješetene u kućicu, kako bi mjerile temperaturu i vlažnost vanjskog zraka.

Kako da se napravi kućica, da bude u isto vrijeme i otvorena i zatvorena?

Tu je moguće samo jedno rješenje: da se naprave zidovi u obliku rešetke — od okvira s kapcima od nagnutih letvica. Zrak će proći kroz rešetke, a sunce ne može, sunčeve zrake će udarati o letvice i odbiti se.

U toj kućici nema ništa slučajnog. Sve je promišljeno, sve ima svoj smisao.

Zašto ona ima noge?

Zato, da je odozdo ne bi podlivala voda, da je ne bi zasipao snijeg.

A zašto je bijela?

Zbog zaštite od sunčanih zraka.

A ljestvice ima zato, da bi se promatrač mogao popeti i zaviriti unutra.

Kućica se naziva psihrometrička — po imenu njezina stanovnika — psihrometra. A psihrometar je sprava sastavljena od dva termometra, utvrđena na istom stalku.

Lijevi termometar je suh, a kod desnog — loptica je omotana vlažnom krpicom batista.

A jedan kraj krpice umočen je u čašu s vodom.

Zašto je to urađeno? Zbog toga, da bi se termometrom mogla mjeriti ne samo temperatura nego i vlažnost.

Svaka domaćica zna, da se po suhu vremenu rublje brže suši nego po vlažnom. Ovo iskustvo domaćica iskoristili su meteorolozi.

Čašica u kućici stavljena je za Nevidljivka — za uzduh. Kad je vrijeme suho, Nevidljivko žedno siše vodu iz krpice, a krpica iz čašice. A ako je napolju vlažno, zrak siše vodu lijeno. On je gotovo sit, za njega tada i kažu da je »blizu zasićenja«.

Što se događa s vodom, kad ona iz krpice odlazi u uzduh.

Ona se pretvara u paru.

Ali da bi se voda pretvorila u paru potrebna je toplina.

Otkud onda voda uzima ovdje toplinu?

Od termometra. Termometrova kuglica, obavijena krpicom, hladi se, a živa u termometru pada.

Tako se i postiže, da dva termometra, koji naliče jedan na drugi kao blizanci, različito pokazuju: suhi — više, a ovlaženi — manje. Pošto zapiše u knjižicu razliku, promatrač kasnije saznaje po tablici, kolika je danas vlažnost uzduha.

Cijele dvije stranice utrošao sam na to, da bih ispričao, kako je promatrač zavirio u psihrometričku kućicu, a promatrač je za to utrošio samo dvije minute.

Dok sam ja sve ovo pričao, on je već stigao prići kišomjeru, skinuti sa stupa posudu s vodom i umjesto nje staviti praznu. I to još nije sve, što je stigao uraditi. On je za ovo vrijeme donio posudu u stanicu i prelio vodu u čašu za mjerenje, kako bi saznao, koliko je kiše palo za posljednjih 12 sati.

Na satu je sedam — nula — nula.

Promatrač prilazi barometru.

Barometar nije postavljen na motrilište, već u zgradi stanice. Promatrač gleda, kakvo je danas kretanje uzduha.

To je također čitava nauka, ali ako bih pričao podrobno, kako promatrač kuca prstom po staklu, kako utvrđuje skalu »noniusa« — sprave za izračunavanje desetih dijelova milimetra, kako napokon pristupa samom izračunavanju — ako bih sve ovo podrobno pričao, nikad ne bih stigao do kraja svoje priče.

Jer se i bez toga moja priča odvija sporo i bez žurbe, dok se ustvari sve kreće brzo, na minute.

A i kako bi drukčije? Ta ovdje je dragocjena svaka minuta.

Sjetimo se, recimo, bura. Kad Njegovo Veličanstvo Vrijeme nije raspoloženo, kad je napolju oluja ili mećava, jak vjetar ili magla, promatrač, ne obazirući se ni na kakve rokove, u bilo koje doba dana i noći hitno šalje svima, kome treba — telefonom — brzojavno — opomenu na buru.

»Bura Lenjingrad Vrijeme Kopija Moskva Vrijeme Kopija Petrozavodsk Vrijeme gràd počeo 9.45 vjetar N/E 20 metara u sekundi, vidljivost 10 metara...«

Takav je brzojav već za nekoliko minuta na stolu u Meteorološkom birou. A tamo je na stolu popis telefona. U tom se popisu kaže, koga i na što treba opomenuti.

Flotu treba upozoriti na buru, kolhoze — na rane i kasne mrazove, brzojav i tramvaje — na poledicu, željeznicu — na padanje snijega i mećavu.

Ponekad se i ne predviđaju bure i oluje. A u brzojavu stoji riječ »oluja«. To je počelo još od onog vremena, kad je meteorologija bila nauka pomoraca, kad su upozorenja na oluju upućivana samo floti.

Stara riječ je ostala, ali je njezino značenje sada šire. Za zemljoradnika mraz nije manje opasan, nego što je oluja za pomorca. Brzojav je primljen. Dežurni uzima telefonsku slušalicu. Kroz telefonske žice svuda jure uznemirujuće vijesti.

I odmah se u sovhozu pokrivaju gredice slamom. Na željezničkoj liniji spremaju čistače snijega. U ribarskom zaseoku odlažu izlazak na pučinu ribarskih čamaca.

Za nekoliko trenutaka, kao nervni refleks prolazi po državi, — od promatračeva oka — u centar, k mozgu, u Meteorološki biro, od biroa — k rukama, k onima, koji rade u sovhozima i kolhozima, na željezničkoj mreži i na aerodromima, u pristaništu i na brzojavu, na tramvajskoj liniji i na autostradi.

Hidrometeorološka služba je kao neki orijaški stražar, koji ima tisuće očiju. Stražar vidi opasnost i upozorava cijelu državu na nju.

Od očiju k mozgu

Bure i mećave ne događaju se svakog dana niti svakog časa.

Najčešće promatrač na stanici ima posla s oblačnim, ne naročito burnim vremenom. Pa ipak, vrativši se na stanicu po obilasku motrilišta, on se trudi da ne izgubi uzalud ni jednu sekundu. Njemu predstoji još mnogo posla.

Kao prvo mora unijeti ispravke u sve podatke o promatranju, koje tek što je ubilježio u svoju knjižicu. A ispravaka ima dosta. Samo za barometar — njih je gotovo četiri ili pet. Barometar je pokazao 740 milimetara. Ali on je četiri puta slagao. On je pokazao za 0,2 mm manje od njegova normalnog i iskusnog rođaka, koji boravi u Glavnom geofizičkom opservatoriju.

On je slagao po drugi put za dva milimetra zbog toga, što na stanici nije nula stupanja, nego 16,5 stupnjeva topline. On je slagao i po treći put — za 0,7 mm zbog sile zemljine teže. I konačno, zbog visine mjesta, on je pokazao manje za čitavih 14,7 mm — jer stanica nije u razini mora, nego na brdu — na visini od 150 metara.

Mjesto da odgovara samo na pitanje, koje mu je postavljeno, on je napričao mnogo suvišna. On je rekao, gdje se nalazi, na kojoj visini, na kojoj širini, da li je tamo toplo ili hladno.

A u rezultatu ovaj brbljavi barometar je pokazao 740 mm onda, kad stvarni pritisak, poslije svih ispravaka, iznosi 753,6.

Ali opet zaostajem od promatrača. On je već odavno izvršio sve ispravke, on već sastavlja brzojav za slanje u Meteorološki biro. A ja još pričam samo o barometru.

Kako promatrač sastavlja brzojav?

Možda ga on piše riječima? Na primjer: Lenjingradsko Vrijeme, kopija Moskva Vrijeme 28. travnja Lenjingradska gradska meteostanica tčk Oblaci donjeg kata stratocumulusi zrz srednjeg kata raskidani kišni zrz ledena sugradica s kišom vidljivost šuma na 15 kilometara...« i t. d. i t. d.

Ne, kad bi promatrač pisao brzojav riječima bile bi mu potrebne stotine riječi.

Koliko bi dragocjenih minuta on izgubio na sastavljanje i predaju. A još on nije jedini. U državi ima nekoliko tisuća stanica. I kad bi svaka četiri puta dnevno predavala po nekoliko stotina riječi, sve telefonske i brzojavne linije u državi bile bi gotovo potpuno zauzete meteorološkim iz-

vještajima. Ni o čemu drugom ne bi se smjelo govoriti. Pa čak i u šifriranom obliku brzojavi o vremenu čine za jedan dan svezak od 700 strana! A kad bi se pisali riječima, dobile bi se stotine svezaka.

I kad bi barem od toga bilo neke koristi. Ali u tome i jest stvar, što od ove poplave riječi ne bi bilo nikakve koristi. Za zapisivanje, predaju i primanje milijuna riječi bilo bi potrebno toliko sati da sinoptičari ne bi imali vremena za prognozu. Jer promatranja nisu cilj, nego sredstvo. Promatranja tisuća stanica potrebna su za to, da bi sinoptičari mogli vidjeti, kakvo je danas vrijeme na zemlji i kakvo će biti sutra.

I kad bi se izvještaji o promatranjima predavali riječima, za to bi bio utrošen čitav današnji dan. Nastao bi slijedeći dan.

A sutradan već ne bi imalo svrhe da se bavimo prognozom onoga, što je prošlo.

Sinoptičar — prognozista živi u budućnosti. On ide ispred vremena, on ga prestiže. On prestiže atmosfersko vrijeme, koje se kreće po zemlji ponekad brže od brzog vlaka.

Na sjednici Akademije znanosti godine 1946. E. K. Fjodorov je rekao da »prognozist ne smije oklijevati više, nego kirurg za vrijeme operacije«.

I tu se ispoljava, da naš uobičajeni, stari način razgovaranja, ne valja, kad treba prestizati vrijeme.

Ali riječi imaju i drugi nedostatak. Riječi ruskog ili engleskog jezika razumljive su samo onome, tko zna taj jezik. A vrijeme promatraju promatrači u cijelom svijetu. Oni govore na stotine raznih jezika, a potrebno im je da razumiju jedan drugoga.

Prema tome, ovdje je potreban nekakav novi jezik, vrlo sažet, kratak i razumljiv za sve.

Na tom jeziku promatrač i sastavlja brzojav:

2804 85762 88729 16202 . . .

Umjesto slova ovdje su brojke. Brojke su iste na svim jezicima. I svaka brojka — nije čak ni slovo ni riječ, nego čitav komplicirani pojam. Smisao brojke mijenja se prema mjestu, na kome se nalazi.

Evo, na primjer, šestica, koja se nalazi na četvrtom mjestu druge grupe brojeva znači: oblaci donjeg kata, niski, iskidani oblaci lošeg vremena.

Poslije šestice nalazi se dvojka. Ona se nalazi na mjestu predviđenom za oblake srednjeg kata. Dvojka kaže, da je danas srednji kat neba zauzet gustim slojem visoko razastrtih oblaka.

Promatrač brzo unosi u brzojav jednu brojku za drugom. Da bismo prevodili s jezika riječi na jezik znakova na jezik vremena, mi bismo morali svakog trenutka zavirivati u tablice, koje zato postoje. Ali, promatrač ima tablice — u glavi. On ih zna isto tako dobro, kao mi tablicu množenja. Za sastavljanje i predaju brzojava od mnogih znakova on utroši svega samo tri minute.

Kad je otpočeo ovaj posao, na satu je bilo sedam — nula devet, a sada je sedam dvanaest.

Kako da stignemo za njim, za ovim trkačem, koji prestiže vrijeme!

Brojke jure. One jure s tisuća stanica, razbacanih po šumama i stepama, one jure s planina i iz ravnica, s otoka i mora, s brodova i aviona. One prelaze s telefonske žice na brzojavnu, s brzojavne žice — u eter, iz etera u vodove podvodnog ili podzemnog kabla. One se tisućama stiču u meteorološkom birou, u odjeljenju prognoza, u radiocentre . . .

One žure. Svaka je minuta dragocjena. Ukoliko prije stignu, utoliko će prije ljudi saznati, što ih sutra čeka, utoliko će bolje radnici zemlje, neba, mora uspjeti da se pripreme za susret s burom, mećavom, gradom, maglom.

I evo, u Moskvi, u Centralnom institutu prognoza kucaju dalekopisači.

Ti brzojavni aparati, koji se na izgled jedva razlikuju od pisaćih strojeva, nalaze se uzduž zidova. Daktilografkinje se ne vide — strojevi rade bez čovječje pomoći. Oni sami brzo otkucavaju brojeve na papirnatim vrpcama. Moglo bi se pomisliti, da to nevidljivi prsti lete po klavijaturama . . .

Po čitav dan i noć, od jednog jutra do drugog otkucavaju strojevi. U sobi ima i ljudi. To su dispečeri. Njihov je

posao da od strojeva preuzimaju rad. Pošto otkine komad vrpce s izvještajem stanice, dispečer nešto zabilježi u svom dnevniku i baca vrpcu u dizalicu. Trenutak — i vrpca je već na donjem katu.

A u susjednoj sobi sjede radiotelegrafisti sa slušalicama i primaju vijesti izdaleka: iz Alma-Ate i Habarovska, s otoka Diksona, iz Londona, Pariza, Kaira... Sve bliže k centru, k mozgu. Naskoro će početi rad mozga.

Ali pričekajte! U žurbi, požurujući, goneći svoga trkača-junaka, zaboravio sam da vam ispričam vrlo važne i potrebne stvari. Nisam rekao, kako promatrači traže vrijeme u njegovom vlastitom »području« — u zraku, visoko iznad zemlje. Nisam ispričao, kako se promatra život rijeka i jezera, morskih struja i plima, ponašanje leda na oceanu i sniježnog pokrivača na kopnu.

Čak ni na onoj stanici, gdje sam tako dugo išao po motrilištu, nisam uspio da vidim mnogo toga, bez čega se priča nikako ne može dalje odvijati.

Doveo sam čitaoca do najinteresantnijeg mjesta, do onih vrata, iza kojih rade sinoptičari — ljudi, koji žive u sutrašnjici.

I mi smo htjeli — ne htjeli, prisiljeni da se vratimo nazad — na ono motrilište, od kojega smo počeli svoje putovanje.

Vrijeme se uči pisati

Dakle, počnimo od početka.

U šest sati i trideset minuta promatrač izlazi na motrilište.

On izlazi na motrilište četiri puta za 24 sata. Takav je raspored njegova rada.

Ali vrijeme se ne obazire na ovaj raspored. Ono radi neprekidno čitavih dvadeset četiri sata. I trebalo bi ga stalno promatrati, a ne samo pokatkad. Uzmimo, recimo, tlak. Treba znati je li on padao ili se penjao u posljednjim satima. Možda je u početku padao, a zatim se zaustavio, ili obratno.

Ali kako da se promatra neprestano? Mi ne možemo kod svake sprave postaviti stražara i zamjenjivati stražare kao na straži.

Ovdje je samo jedan izlaz: udesiti tako, da samo vrijeme vodi svoj dnevnik. Pošto ono ima radni dan od dvadeset i četiri sata, neka samo radi na stanici kao promatrač bez zamjene. Neka vrši i bilježenje promatranja.

Kad pišemo, mi uzimamo u ruke pero.

A kako ćemo staviti pero u ruke uzduhu-nevidljivku?

Pa on i nema ruke.

Možemo mu napraviti umjetnu ruku.

Neka ono kao mišić steže elastičnu kutiju s čeličnom oprugom u njoj. Neka ovaj mišić kreće polugama kao prstima. A prsti neka drže pero.

Dovoljno će biti, da zrak jače pritisne, i pero će poći naviše! Kad zrak umanji tlak, i pero će povući crtu naniže.

Ali bilježnje tlaka ne treba vršiti otprilike, nego točno prema satu.

Kako ćemo natjerati vrijeme da gleda u sat.

Sat nam sam može pomoći. Treba udesiti tako, da on na vrijeme podmeće papir pod pero.

U tu svrhu treba prethodno označiti sate i dane na vrpci od papira i tom vrpcom omotati bubanj. Mehanizam sata okretat će bubanj, i pero će neprekidno upisivati tlak, jednu minutu za drugom, sat za satom.

Kad mi pišemo, pero nam se kreće uzduž linija na papiru, a ovdje se papir kreće pod perom.

Tako se vrijeme može naučiti pismenosti. A pismeno Vrijeme može bilježiti ne samo tlak, nego i vlažnost, i temperaturu i taloge.

Zbog zapisivanja vlažnosti treba umjesto elastične kutije uzeti dlačicu. Dlačica će se produžavati ili skraćivati prema tome, da li je vrijeme vlažno ili suho. Skraćujući se, dlačica će vući polužicu, produžujući se — oslobađat će je.

A polužica će pokretati pero.

Izgleda, da je vrijeme gotovo lakše naučiti da piše, nego lijenog đaka. Snijeg može pisati, pritiskujući svojom teži-

nom na vagu. Kiša može pisati, dižući i spuštajući plovak. Vrućina i hladnoća mogu skupljati i razvlačiti pločicu, sastavljenu od dvije razne kovine. Jedna će se od vrućine više širiti, druga — manje. A to će natjerati pločicu da se savije i pokrene polugu.

I samom se suncu može narediti da bilježi svoje javljanje na rad. Zbog toga treba samo na putu sunčanih zraka postaviti leću. I žarka će točka progorjevati na vrpci crni pokretni putić. A vrpcu treba izdijeliti na sate, da bi se znalo, kad je sunce upravo sjalo, a kad se skrivalo iza oblaka.

Prema tome, na stanici promatraču mogu pomoći prirodne sile. I one marljivo obavljaju svoj posao. Nebo samo bilježi, koliko svjetlosti daje zemlji. A zemlja također sama vodi računa o svom nevidljivom tamnom zračenju, koje ona noću vraća svjetskom prostoru.

Sprave mjere ono, što ne bi moglo uhvatiti ni najbudnije oko ni najtananije uho.

Ima tako osjetljivih sprava, da im se promatrač plaši prići, krije se od njih, naročito, ako je obučen u bijelo. Od bijele odjeće pada na sprave odbijena svjetlost i prisiljava osjetljivu drhtavu kazaljku da se pomiče.

Treće mjerenje

Tisuće očiju i tisuće sprava, budnijih od ljudskog oka, prate svaki korak vremena.

Ali ono, što one vide, samo su tragovi njegovih nogu.

Promatrač na svome motrilištu naliči na stanovnika podruma: kroz podrumski prozor ništa ne možeš vidjeti osim nogu i prisiljen si da sudiš o prolaznicima po obući.

Meteorološka kućica izdignuta je samo dva metra iznad zemlje, a vjetrokaz — nekoliko metara više.

A kako izgleda vrijeme na visini od tri, od pet kilometara?

Kojim se putovima tamo kreće uzduh? Kakvi su oblaci iznad onih oblaka, koje mi vidimo sa zemlje?

Tamo u visini prolaze putovi zračnih brodova.

Kad se zrakoplovac sprema na put, mora mu se dati presjek zračnog oceana: pokazati mu, na kakve će oblake naići i na kojoj visini, gdje mu prijeti zaleđivanje, na kojim će mjestima biti kiše, oluje, magle.

Zrakoplovcu treba reći, gdje i kakvi vjetrovi duvaju. Možda je bliže zemlji jedan vjetar, na većoj visini — drugi. I ako zrakoplovac to bude znao, on će bolje umjeti da izabere visinu leta, da ne bi uzalud trošio gorivo, nego da bi letio s usputnim vjetrom.

Presjek atmosfere potreban je i sinoptičaru, kako bi pouzdanije mogao suditi o sutrašnjem vremenu, o kretanju zračnih masa, frontova, ciklona, anticiklona.

Ali kako da se odozgo nadolje izvrši presjek atmosfere, kako i čime iz dana u dan ispitivati njezinu masu?

Valjda ne ćemo zbog toga podizati stanice na oblacima?

Tu je u manjoj mjeri pronađeno fantastično rješenje. Aerološke stanice za promatranje zraka podižu se na zemlji. Ali sprave na tim stanicama ne borave u kućicama, nego lete.

Sprave se penju na nebo na sve moguće načine — i avionima, i aerostatima i supstratostatima. Oni ne zaziru ni od dječjih zračnih balona pa čak ni od zmajeva.

Kad bi meteorolozi mogli, oni bi prikvačili svoje sprave i za rep ptica.

Kako onda sprave saopćavaju promatračima o onome, što vide na visini?

Već sam pričao o tome, kako radiosonda razgovara s promatračem.

Za nepun sat radiosonda doleti do stratosfere i, dok ona leti, promatrač joj čuje glas.

Ali evo, zvučnik je ušutio. To znači, da je pukao balon, na kome je letjela radiosonda.

Meteorolog ne tuguje: on je unaprijed predvidio kvar. Tu se može primijeniti poslovica: »Kad bih znao, gdje ću pasti, prostro bih slamu«. Samo se u ovom slučaju zbog spasavanja pilota ne upotrebljava stara slama, nego suvremeni padobran.

Kutija s aparatima spušta se padobranom i pada na travu, ili se zakvači negdje u šumi na grani. Tamo je nalazi neki pastir ili gomila djece, koja su pošla u šumu po gljive.

Djeca s čuđenjem razgledaju svoj nalaz. Ona nalaze cedulju s adresom stanice i, zaboravljajući na gljive, nose radiosondu do najbliže pošte.

Prva u svijetu radiosonda bila je napravljena u našoj zemlji prije petnaestak godina. A sada su meteorolozi bez nje kao bez ruku ili, točnije — kao bez očiju.

Meteorolog može da sjedi u svome meteorološkom birou i čak i da ne gleda kroz prozor. Ali, kad se pred njim nalaze grafikoni aeroloških stanica, on, ne gledajući na nebo, zna, što se događa u uzduhu nad Moskvom i nad drugim gradovima države.

Na grafikonu se jasno vidi, kako je padala temperatura s penjanjem radiosonde.

Evo, negdje tamo na visini od 10 kilometara temperatura je pala na — 54°. Zatim se ponovo počela penjati i popela se na tri stupnja. Znači, na toj je visini radiosonda ušla u stratosferu.

Juče je granica stratosfere bila viša. Grafikoni govore, da se stratosfera koleba, čas se približava zemlji pri zahlađenju, čas se udaljuje od nje.

Ali radiosonda ne vidi sve. Ona ne može promatrati, kakvi su na nebu oblaci, koliko ih je, da li su opasni ili neškodljivi, da li prijete avionu zaleđivanjem.

Radiosonda ne može izmjeriti brzinu i pravac vjetra.

Da bi se saznalo, kakav je vjetar u visini, šalje se na zračno putovanje pilot-balon.

Balon, kao plovak, plovi u zračnoj struji. A dolje, dva promatrača gledaju ga kroz dalekozore kutomjernih sprava — teodolita.

Ali, evo, balon je nestao s vidika. Promatrači počinju proračun. Znajući razmak između oba teodolita i kutove pod kojima se vidio balon, nije im teško odrediti gdje se balon nalazi, i ubilježiti njegov put.

Ali se događa da pilot-balon odmah iščezne u magli ili zađe za oblake.

Pa što ćemo onda?

Tu pomaže radiolokator ili, kako ga često nazivaju, radar.

O radaru pričaju čudesa. Za vrijeme rata on je pomagao nama i našim saveznicima da ratujemo protiv neprijatelja. Pomoću radara može se vidjeti zemlja odozgo, kroz debeli sloj oblaka.

Na ekranu se dobivala svijetleća slika okoline sa svijetlim pjegama gradova, s tamnim konturama brda i jezera. Usred mora su se vidjeli otoci i konvoji brodova — u obliku svijetlih mrlja.

Zrakoplovci su koristili radar za letenje u oblacima i za precizno bombardiranje. Protuavionska obrana otkrivala je neprijateljske avione, koji su letjeli nad oblacima ili u noćnoj tami. Pomorci su nišanili topovima na brodove, skrivene u magli. Artiljerci su prema putanji zrna nalazili neprijateljska oruđa.

Međutim, još jednu godinu dana prije nego što je radar počeo da se bori na bojnim poljima, njime su se kod nas koristili u Centralnom aerološkom opservatoriju za određivanje vjetra nad oblacima.

Vidio sam, kako se to radi. Za balon je obješen na uzici križ od žice. Balon se pušta iz ruku. On leti, ljuljajući se, iznad polja, iznad šuma, i skriva se za oblacima.

A odozdo se u potjeru šalju iz jake emisione stanice ultra-kratki radio-valovi. Valovi se odbijaju od križa i vraćaju se nazad kad odjek. Znajući njihovu brzinu i vrijeme za koje prijeđu put, može se odrediti razmak do balona.

Radio-odašiljač se nalazi u pokretnoj kabini, iznad čijeg se krova na rešetkastoj katarci nalaze antene. Unutra, kraj pulta za upravljanje, pred spravama za mjerenje, pred prozorčićima, iza kojih gore radiocijevi — stoji strojar.

Pokrećući ručicu, strojar okreće kabinu, nišaneći njome u nevidljivu metu, u balon, koji leti negdje iza oblaka.

Gledajući kroz prozor, vidite, kako promiču oko nas šume i polja. To se kabina okreće oko svoje osovine.

Da bi radio-valovi stigli balon i pali na njegov križić, treba da njihov snop bude veoma jak. Kad bi emisiona stanica radila neprekidno, za svaki radar bi trebalo izgraditi

gotovo po jedan Dnjeproges. Ali, ustvari, svaki njegov impuls, svaki »radiohitac« traje svega mikrosekundu — milijunti dio sekunde. I zato čak i za tisuću takvih »hitaca« u sekundi, dovoljna je ona mala pokretna električna centrala, koja radi u polju pokraj radio-odašiljača.

Radio-valovi stižu balon, odbijaju se od križića i vraćaju se natrag — k radioprijemniku, koji je postavljen na sto koraka od radio-odašiljača. Kod običnog prijemnika radio-valovi prisiljavaju membranu zvučnika, da zvuči. Ovdje oni izazivaju bljesak na ekranu, koji se svijetli pod udarcima elektrona.

Po vanjskom izgledu radio-prijemnik teško je razlikovati od radio-odašiljača. To je također pokretna kabina s antenama nad krovom.

Pozvali su me unutra. U polutami sam ugledao tri djevojke, koje su sjedile jedna pokraj druge ispred tri okrugla ekrana. Radio valovi, vrativši se sa svoga puta, najavljivali su se, prisiljavajući svijetlu liniju da se zupčasto prelama na ekranu.

Jedna od djevojaka, pokrećući točkić, hvatala je svijetleći zubac i prisiljavala ga, da se drži konca, zategnuta preko ekrana. I ovo pokretanje zamajca okretalo je kabinu tako, da njezine antene budu usmjerene prema balonu, koji leti negdje u daljini.

Dovoljno je pogledati na strelicu sprave, smještene pokraj ekrana, da bi se znalo, u kome se pravcu nalazi balon. Druga djevojka određivala je razmak do balona, treća ugao na koji se on digao iznad horizonta.

Svi ovi podaci prenošeni su žicama u zgradu opservatorija. I tamo, promatrajući spravu — dalekoizvještač, promatrač je ubilježio put i brzinu »radio-pilota« — balona s križićem.

Balon može otići desetke kilometara, može se sakriti za oblake. Pa ipak, ne može umaknuti čovječjem oku. Glumac se ne može sakriti od radoznale publike čak ni za kulisama.

Radar je novi sluga. Ali mi još i sad malo znamo, što on umije i što ne umije. Moramo vjerovati, da će se on još pokazati.

Tek nedavno je utvrđeno, na primjer, da on može pratiti ne samo vjetar nego i oblake. Zato su bili potrebni tako kratki radio-valovi, koji su po dužini bili nešto malo veći od vodenih kapi. Valovi se odbijaju od mase oblaka i vraćaju se k radaru.

Noć, magla. Ne vidi se ništa. A na tamnom krugu ekrana svjetluca sjajna mrlja. To je stigao do promatrača radio-odjek, koji se odbio od skupljenih vodenih kapi ili ledenih kristalića, kao što se naši glasovi odbijaju od planinske strane.

Jedna za drugom iskrsavaju svijetle mrlje, pokrećući se s kraja ekrana k njegovoj sredini. Pred promatračem pored ekrana leži geografska karta, pokrivena krugom od celuloida. Gledajući na ekran, promatrač motri okolinu za sto i više kilometara unaokolo i ucrtava na planšetu sve što vidi. Ako je mrlja potpuna, on je oboji ili potpuno zasjenči. Ako je mrlja iskidana, on i to pokazuje sjenčenjem. Prema izgledu mrlja može se suditi o tome, kakvi su to oblaci — olujni, ili razastrtokišni, ili ma kakvi drugi.

Na zapadu, na primjer na razmaku od pedeset kilometara pojavile su se mrlje oblaka, koji nagovještavaju nepogodu. Oni se brzo kreću i za jedan sat bit će iznad susjednog aerodroma. Promatrač javlja o ovome na aerodrom, kako bi piloti znali, da li da uzlete i kako da obiđu buru.

S vremenom će biti raspoređene na svim zračnim putovima, na svakih nekoliko stotina kilometara moćne radiolokatorske stanice. I danju i noću će promatrači paziti na oblake i pratiti avion od jedne do druge stanice, javljajući pilotu pomoću radia, kakvi su naprijed oblaci i u koju je četvorinu na karti bolje da ne ulazi. Primivši izvještaj: »Prema vama po pravcu 270 ide vihor«, zrakoplovac će nastojati da izbjegne neugodni susret.

Zasad radar vidi samo one oblake, iz kojih već pada kiša ili snijeg — kišne, razastrte, olujne, one, koji donose pljusak. Ali oni i jesu najopasniji oblaci za avion. A u budućnosti ljudi će naučiti da pronađu radio-zrakom bilo kakav oblak.

Radar će tada još bolje služiti meteorologu, pomažući mu da prati vrijeme i da proriče njegovo vladanje.

Pilot-balon, radiosonda, radio-pilot — to još nije potpun popis letećih sprava — meteorologovih pomoćnika.

Od vremena do vremena s motrilišta aerološkog opservatorija penju se u nebo avioni i aerostati sa spravama, koje same pišu.

Zašto je zgodan leteći opservatorij?

Zato što leti.

Ali to nije samo prednost. To je i nedostatak.

Ponekad je potrebno da se zaustavimo i ostanemo u uzduhu dan, dva, a i više dana uzastopce. A avion se ne može zaustaviti. I slobodni aerostat također ne zavisi od sebe i zove se slobodan: on leti onamo, kamo ga vjetar nosi.

Meteorolozi su prisiljeni da aerostat vežu lancem, kako vjetar ne bi mogao raspolagati njime.

Iznad motrilišta aeroloških stanica lebde u zraku vezani aerostati i promatraju, kako se mijenja vrijeme u visini, kakve zračne mase prolaze pokraj njega.

Sprava, koja sama piše — meteorograf — bilježi vlažnost, temperaturu, tlak. Oblakomjer preko radija javlja dolje, kolike su debljine oblaci, gdje su im vrhovi i donja granica.

O ljudima i rijekama

Ali dosta smo se motali u oblacima!

Vrijeme je da se vratimo na zemlju. Dosta smo pričali o zrakoplovcima. Treba se sjetiti i drugih ljudi, koji su također prisiljeni da imaju posla sa silovitošću i samovoljom prirodnih sila.

Treba se sjetiti lađara, službenika vodovoda, radnika na mostovima, električara, radnika na navodnjavanjima, hidrotehničara, svih onih, koji se bore protiv vode.

Oni i sami ne dopuštaju da budu zaboravljeni.

Lađar zahtijeva da mu se kaže, ne će li se nasukati brodovi ljeti i treba li naskoro otpočeti plovidbu.

Čovjek, koji radi na navodnjavanju, pita, da li će imati dovoljno vode za navodnjavanje polja.

Ljudi, zaposleni na hidrocentralama i u vodovodima, treba da znaju, koliko vode prolazi riječnim koritom, i kakav teret nosi rijeka sa sobom. Ne će li nanosi začepiti rezervoare za vodu? I kako će se ponašati led.

Graditelj se brine o tome, da mu rijeka ne poplavi slagalište, da ne odnese most.

Nema čovjeka na svijetu, koji bi mogao reći, da ga se voda ne tiče.

Ponekad čovjek ne živi kraj rijeke i ne dolazi na nju, ali ona sama dođe k njemu za vrijeme poplava i čak prodire u njegovu kuću.

Koliko nesreća može prouzročiti poplava ili bujica.

Šta je bujica ili kraće »silj«[1], ne zna svaki građanin Moskve ili Lenjingrada. Ali to, nažalost, dobro zna stanovnik jednog takvog grada, kao što je Alma-Ata.

Ovaj se grad nalazi u podnožju visokih snježnih planina. Kad kreneš obalom Alma-Atinke i vidiš ogromne sive stijene, nagomilane uzduž klanca — teško ćeš vjerovati, da je ove nanose, teške po nekoliko tona, donijela rijeka.

Odakle je ona dobila takvu snagu?

Snagu su joj dale brzina i težina.

Kad se u planinama dogode naročito jaki pljusci, voda sjuri klancima naniže takvom brzinom, da je ni konjanik ne može prestići. Usput ona odronjava s obala zemlju, nosi kamenje. Kako je ona prozirna u planinskom potoku! A ovdje postaje mutna, prljava. I ukoliko je gušća, utoliko postaje teža ova blatno-kamena bujica, utoliko s većom snagom nalijeće na sve, na što naiđe na svom putu. Svaki odronak postaje oružje, taran[2], koji probija zidove.

Dogodi se da neka slučajna zapreka skrene bujicu ustranu. I pobješnjela rijeka, koja prestaje naličiti na samu sebe, otkida se od lanca — napušta svoje korito. Teško tada onome, tko joj stane na put.

Godine 1921. blatno-kamena bujica je s tutnjavom prodrla ulicama do centra grada, bombardirajući i odnoseći

---

[1] Od ruskog — siljevoj potok — snažna bujica.

[2] Taran — starinska drvena sprava, na jednom kraju zaoštrena i obložena željezom. Služila za rušenje zidova. — *Prev.*

kuće. Ljudi su žurili da pobjegnu i odvuku djecu nekamo na veću visinu, dalje od opasnosti. Pa ipak je mnogo naroda stradalo.

Eto, što znači kratka riječ »silj«.

Ali je »silj« rijetka pojava. A koliko nesreća može napraviti ne blatno-kamena, nego najobičnija ledena bujica — ledohod, koga je svatko od nas morao vidjeti.

Led se još ne kreće rijekom. Samo su se ponegdje mirni mali riječni zaljevi zastrli ledom, a kraj obala se pojavio ledeni rub — pribrežni led.

I najednom je na hidrocentrali kvar. Zaustavile se turbine. Struja ne ide više po vodovima. Grad je ostao bez svjetlosti i bez energije.

Što se desilo?

Desilo se to, da je u turbine prestala dolaziti voda. A voda je prestala dolaziti stoga, jer je zaštitne rešetke, kroz koje ona prolazi, začepio led.

Otkud se pojavio ovaj led?

On se nahvatao na rešetkama tako, da ga nismo ni primijetili. Za hidrotehničare je ovaj unutrašnji led — isto što i zaleđivanje za zrakoplovce. On može začepiti cijevi, koje odvode vodu, i slomiti turbine. On se može nahvatati na crpnim cijevima vodovoda i ostaviti grad bez vode.

Otkidajući se od dna, on zatvara ledenom masom — šugom[1] — riječno korito, već pokriveno ledom. O odozgo i dalje pristiže voda. Ne nalazeći prolaza, ona se razliva i plavi ulice uz rijeku.

Ljudi, koji ne poznaju život rijeke, s čuđenjem pitaju: šta se to dogodilo s rijekom, zašto je najednom počela bujati i razlivati se preko obala.

A stručnjaci za riječne poslove znaju: to je nastao zažor[2] — led sa dna zapriječio je vodi put.

Mnogo nesreća može prouzročiti ovaj izdajnički led sa dna, koji se hvata pod vodom neprimjetno za čovječje oko.

Ali također ni onaj led, koji se hvata na površini nije uvijek bezazlen.

[1] Prvi jesenji led na rijekama.
[2] Vraćanje leda.

Recimo, da rijekom plovi sitan led, sličan mrljama očvrsle masti. Na izgled u njima nema ničeg strašnoga. Ali se dešavalo, da su ove »mrlje masti« kao britva rasijecale napola ogromne drvene šlepove od više tisuća pudi nosivosti.

A zator[1]! On nije manje strašan od svog bliskog rođaka zažora.

Rijekom plovi led. I najednom, negdje na naglom zavijutku, ili kod stupova mosta, ili naprosto na nekom uskom mjestu prolaz postaje toliko tijesan, da se kretanje zaustavlja. A odotraga nadiru sve nove i nove gomile santi leda. Sante se sudaraju, nagomilavaju jedna na drugu ili pokušavaju proći odozdo, jedna ispod druge. Na rijeci je tresak i šuštanje: to se sama od sebe, bez čovječje pomoći, gradi ledena brana od jedne do druge obale. Sve veća postaje brana i sve više nadolazi voda pred njom, plaveći okolinu.

Težinom od tisuću tona pritiskuje voda na zapreku, koja joj se usprijećila na putu. I tako nastaje ono, što ne može da ne nastaje: proboj zatora. Voda uz tutnjavu nadire u prodor, lomeći sve, na što naiđe na putu, odnoseći mostove, rušeći pristaništa, preuređujući na svoj način riječno korito.

Nalet vode je tako snažan, da rijeka kao šmrk usisava u sebe sve brodove, usidrene po rukavima i nikakvi, ni najjači čelični konopci ne mogu odoljeti njezinoj nezadržljivoj snazi.

Eto, što može uraditi rijeka, ako se na nju ne pazi, ako se ne otvore dobro oči.

Da bi se spriječio proboj zatora šalju se ponekad avioni, da dubinskim bombama bombardiraju ledenu branu. Ali od toga nema uvijek koristi. Zator treba bombardirati od glave, da bi se najprije propustile prednje sante. A bomba nije streljački metak. Ona ne pogađa uvijek ravno u cilj. I ako bombe ne pogode u glavu, nego u rep zatora, to će stvar pogoršati, a ne popraviti.

[1] Začepljivanje ledom uskih otvora i prolaza.

Zator treba dizati u zrak, ali ne bombama iz aviona, nego minama.

A ima li načina, da se vodi borba s ledom sa dna?

Led sa dna na rešetkama brane može se otopiti vrelom parom, električnim grijanjem, termičkom bombom.

Ali, da bi se vodila borba protiv vode, potrebno je neumorno promatrati njezin život stručnjačkim pogledom.

Po čitavoj zemlji, po čitavoj našoj državi rasijane su tisuće stanica i motrilišta, koja promatraju život vode.

Veoma često jedna te ista stanica i čak jedan te isti promatrač motri istodobno i vrijeme i vodu.

Nisu uzalud takve stanice dobile ime hidrometeorološke stanice.

To je razumljivo, jer život vode zavisi od vremena, a vrijeme zavisi od onog, što se događa s vodom.

Istim vodovima, kojima se prenose brzojavi o vremenu, prenose se i drugi, u čijoj adresi nije riječ »Vrijeme«, nego riječ »Voda«.

»Moskva-Voda«, »Lenjingrad-Voda«, »Taškent-Voda«...

Ovi se brzojavi također ne sastoje od riječi, nego od brojki. Ali brojke ovdje znače nešto drugo: vodostaj i utrošak vode u rijeci, temperaturu vode, oblik leda, njegovu debljinu . . .

Ponekad se usred brojki pojavljuju strašne riječi — »bura«, »silj«.

»Taškent Voda

Bura 09 2 09 silj 20 973 . . .«

To je vijest o bujici, a brojke označavaju: broj stanice, datum, sat, vodostaj.

I brzojavi, ma da s raznim adresama, idu u jedno isto mjesto. »Lenjingrad — Voda« — to je Odsjek hidroprognoza hidroinformacija Lenjingradske uprave hidrometeoslužbe. A »Lenjingrad — Vrijeme« — to je Meteorološki biro te iste uprave. Oni se nalaze jedan pokraj drugog, u istoj kući — na Vasiljevskom otoku.

U našoj domovini postoje desetine biroa za prognoze i stotine stanica na aerodromima za proricanje vremena. Čitavim ovim radom rukovodi moskovski CIP — Centralni institut prognoza, koji se istodobno bavi i vremenom i vodom, proriče i nepogode i poplave. CIP ne samo što daje prognoze za čitavu državu, nego vodi i istraživački rad, pronalazeći nove načine za prognozu vremena.

I evo opet mene i čitaoca pred onim tajanstvenim vratima, iza kojih sjede prognozisti.

OSMO POGLAVLJE

O RIJEKAMA, O MORIMA, O SNJEŽNIM VRHOVIMA

Drama o rijeci

Ali i ovoga puta treba da budemo strpljivi.

Centralni institut prognoza — to je posljednja karika, a mi još ne znamo one prve. Ne znamo, kako se pazi na vodu. I, da li ćemo moći govoriti s prognozistom, s hidroprognozistom, ako dođemo do njega kao nepismeni, neupućeni ljudi.

Prema tome, uputit ćemo se na hidrološku stanicu.

Svako jutro — u 8 sati — i svako veče — u 20 sati — promatrač silazi na rijeku.

Prvi mu je posao da izmjeri vodostaj.

U riječno je dno zabijen drveni stup. A na stupu je pričvršćena letva sa skalom. Događa se i to, da letva nije pričvršćena za drveni stup, nego za stijenu ili stup mosta.

Izgleda, ništa jednostavnije: pogledati u letvu i zabilježiti u knjižicu do kojega zareza dostiže voda.

Ali, ako se uđe u suštinu stvari, često se pokaže, da ona nije tako jednostavna, kao što se na prvi pogled može pomisliti. Kad mjeriš, mora da znaš, od čega počinje računanje.

Od ništice na letvi?

Ali se voda može spustiti i ispod ništice na letvi. Pa se i sama letva može pokrenuti s mjesta.

Za početak računanja moramo izabrati nepokretnu točku i usto takvu, koja bi se uvijek nalazila pod vodom. Možemo, na primjer, zabiti u dno drveni stup tako, da njegov vrh bude pokriven vodom i kod niskog vodostaja, i taj vrh računati kao »ništicu stanice«.

Ali i ništica stanice može promijeniti svoje mjesto. Jer ni riječno korito ne ostaje uvijek jedno te isto. Rijeka nije mrtva, ona živi i radi, dubeći svoje korito i zasipajući ga pijeskom.

Drveni se stup može nakriviti, uzdići se ili otići dublje.

Za provjeru treba naći neku nepokretnu, nepromjenljivu točku na obali.

Pa gdje da je nađemo?

Čak i kamen prska, troši se.

Ali ima stijena, koje su čvršće, nego ostale. Postoje velike zgrade, koje nisu sazidane da traju godinu dana, nego mnogo decenija pa čak i vjekova.

Može se postupiti i ovako: uzeti tučani diskos ili tučanu cijev i uzidati ih u čvrstu stijenu ili u soklu velike zgrade.

Pločica diskosa ili zaobljeni vrh cijevi — bit će nepokretna točka, s kojom se mogu usporediti sve ostale.

A kako da se uspoređuju?

Da bi se saznalo, koliko je jedna točka na zemlji viša od druge postoji čitava nauka, postoje komplicirana pravila niveliranja i instrumenti — niveliri. Postavivši letvu sa skalom na pločicu tučanog diskosa, možemo kroz dalekozor nivelira provjeriti onu letvu, koja je postavljena na rijeci. Ali i to je još pola posla. Može se dogoditi, da je na jednoj stanici nepromjenljiva točka proračuna viša, na drugoj — niža. Jedna se stanica nalazi na planinama, druga u ravnici.

A nama je potrebno da uspoređujemo promatranja.

I mi opet moramo rješavati onaj isti zadatak: kako da nađemo zajedničku točku gledanja, zajednički nazivnik? Kako da nađemo takav nivo, na koji bismo mogli svoditi ostale?

Tu će se svatko sjetiti na razinu mora.

Geografi već odavno računaju od njega visinu planina, visinu svake točke na zemlji.

Na razinu mora »svode« sve visine na zemljinoj kugli.

Ali ni kod mora razina nije svuda ni uvijek jednaka. Jedno more može biti više ili niže od drugog.

Razina Sredozemnog mora je za 50 cm niža od razine Crnog mora i za 30 cm niža od razine Atlantskog oceana. To je stoga, što se Sredozemno more više ishlapljuje.

Mi smo navikli misliti, da je površina mora horizontalna. Ali more može biti i nagnuto. Vjetar može pritjerati vodu uz obalu i tada se dobije nagib: voda kraj obale bit će viša nego na pučini.

I evo, opet gubimo točku oslonca, a tek što smo je uspjeli pronaći.

Kako ćemo onda?

Moramo se pomiriti s tim, da nekakvu visinu smatramo kao normalnu, pravilnu, a sve ostale da svodimo na nju.

Na čitavom zapadu naše države kao takav nivo smatraju razinu Finskog zaljeva kraj Kronštata. Ništica kronštatskog vodomjera, kronštatske vodomjerne letve — to je ona glavna, čuvena točka, prema kojoj se računaju sve visine i dubine i u Lenjingradu, i u Arhangelsku, i u Moskvi. Na istoku naše države računa se od razine Tihog oceana, na jugu od razine Crnog mora.

I evo, vodostaj u rijeci je izmjeren. Izmjerena je i temperatura vode. Promatrač bilježi brojeve u knjižicu i misli: »A voda nadolazi, i još kako brzo«.

Voda nadolazi!

Rijeka nadolazi od pljuska. Onda tu ne treba promatrati rijeku samo dva puta za 24 sata, nego svaki sat ili čak još češće, kako bismo pravodobno koga treba upozorili na poplavu.

Puškin je nekad pisao:

»Neva se bacakala kao bolesnik
U svojoj postelji nemirnoj...«

Bolesnika, koji se prevrće u vatri ne smijemo ostaviti bez nadzora.

Ali ne može se promatrač ne odmicati od vodomjerne letve.

Tu nam opet dolaze u pomoć sprave koje same pišu. Rijeka može sama promatrati svoj vodostaj i bilježiti ga. Zbog toga je potrebno na rijeci samo postaviti stražarsku kućicu — negdje na otoku, na mostobranu, na stupu mosta ili u naročitom kanalu, a u kućicu smjestiti samopisca.

Postoje samopisci vodostaja — limnigrafi — kod kojih plovak pokreće zupčanike, a ovi prenose kretanje na pero ili olovčicu. Limnigraf se može napraviti i bez plovka: ako se spusti u vodu zvono, voda će pritiskati zrak u zvonu, zrak će elastičnom cjevčicom prenositi tlak na mali klip, a klip pokreće polužicu s perom.

Može se udesiti i tako, da samopisac ne piše, nego štampa. U vijeku pisaćih strojeva, vrijeme je, da i samopisci postanu »samokucači«.

Takvi su limnigrafi postavljeni na mnogim pomoćnim stanicama. Oni ispravno obavljaju svoj posao, pomažući promatraču. Promatraču ostaje da samo ponekad navrati do limnigrafa u goste.

Ali i za to je potrebno vrijeme, naročito, ako se kućica samopisca nalazi daleko od stanice. A vrijeme je skupo u takve dane, kad se svakog časa mijenja položaj, kad naglo povećanje razine može izazvati kvar na hidrocentrali, poplavu u gradu.

I tako se limnigrafu postavlja nov zadatak: da prenosi podatke vodovima ravno na stanicu, koja je ponekad udaljena od kućice samopisca stotine, pa čak i tisuće metara. Od samopisca vode na stanicu žice do pokazivača vodostaja ili do pisaćeg aparata. I svaki sat ili svaka dva sata aparat sam ili na zahtjev otkucava na vrpci vrijeme i vodostaj.

Ima i takvih daljinskih izvještača za vodostaj koji daju podatke preko radija.

Ali na stanici ne promatraju samo vodostaj.

Čitav život rijeke odvija se pod upornim i pažljivim motrenjem promatrača.

Promatrači motre na to, kako se kod rijeke stvaraju novi rukavi, kako voda u proljeće izlazi na plavište — na plavne livade — kako se u kasnu jesen za jednu noć pojavljuje pribrežni led — pojasi leda uzduž obala.

Ako se hladnoća poveća, spojit će se pribrežni led s jedne i druge obale: zima će sama sagraditi preko rijeke ledeni most, i taj će most stajati sve dok bude trajala vlast zime.

Kad gledamo na sante za vrijeme kretanja leda, one nam sve izgledaju jednake. Čak ako i vidimo, da ne naliče jedna na drugu, mi nemamo riječi da to izrazimo.

Riječi se pojavljuju zajedno sa znanjem, zajedno s umijećem gledanja. Jezik i oči pomažu jedno drugom.

Tamo, gdje mi vidimo jednostavno velike i male sante, promatrač vidi lavine, mladice, lomljeni led, plosnati led. Lavine — to su čitava ledena polja, a mladice — male mlade santice. Plosnati led — to su ledene palačinke, tako velike, da ih može progutati samo riječno grlo.

Promatrač bilježi: »Led se podigao«, »led je potamnio« — znači, da će se rijeka naskoro osloboditi, da će naskoro početak plovidbe.

Koliko je preciznih, slikovitih riječi u tom riječnom jeziku. Od njih kao da bije svježina leda i vode.

Salo[1], šuga, zažor, zator... Ove riječi ne bi mogle nastati, kad promatrači ne bi bili uporni promatrači.

Za neobavještena čovjeka sve se zbiva jednostavno: rijeka se zaledila, rijekom je krenuo led. O rijeci govore kao da je to prazna kutija od konzerve, koja se otvara nožem, ali za hidrologa kretanja leda — to je čitava drama.

Kad proljetno sunce počinje primjetno grijati snijeg, koji pokriva polja i rijeke, do riječnog leda dopire malo zraka. Ta led je pokriven bijelim pahuljastim pokrivačem, koji čuva njegov san.

[1] Ledena kora.

Ali i one zrake, koje uspiju doprijeti do leda, dovoljne su da počnu buditi, drmusati onoga, koji spava. Tope se, krave od sunčane topline površine ledenih kristala, šire se, postaju uočljivi mali klobuci zraka.

A međutim, unaokolo postaje sve toplije. Zimski se snježni pokrivač pokazuje kao veoma nepostojan, kad nastane proljeće. Snijeg se topi, pretvara se u vodu. I tu se sunčane zrake punom snagom prihvaćaju posla — počinju još jače topiti led. Zrakama pomaže otopljena voda: ona ulazi u najmanje pukotine, ona razara kristale, koji joj se nađu na putu, ona razjeda led tako, da on na kraju krajeva prestaje biti krut i nalići na saće.

Led se također topi i odozdo. Tamo, u dubokoj pozadini, râde tople podzemne vode, koje izbijaju iz dna.

A proljeće u to vrijeme postiže sve nove pobjede. Po klancima, po jarugama bujno juri k rijeci voda otopljenog snijega. Rijeka buja, kao pupoljak od priliva proljetnih sokova. Led se počinje dizati, kretati. Uspjelo je konačno da se spavalo — probudi! Otvori i pukotine dijele led na ledena polja. I ta se polja počinju kretati niz rijeku, lomeći se usput na sante.

I tada, eto, mi primjećujemo: rijeka se oslobodila, počelo je kretanje leda.

Ali to je tek rasplet drame. A zaplet i svih pet činova mi smo prespavali.

Prvi čin — snijeg se topi na ledu.

Drugi čin — topi se led na rijeci.

Treći čin — otopljene vode podižu led.

Četvrti čin — pokretanje leda.

Peti čin — oslobođenje rijeke.

I epilog — kretanje leda.

Mi stižemo na peti čin, kod spremanja za izlaz. A promatrač je na hidrološkoj stanici gledao čitavu dramu — od početka do kraja.

I ne samo da ju je gledao, nego ju je i zabilježio najtočnijim riječima — brojkama, znakovima.

Rijeka odgovara na pitanja

Ali, naravno, malo bi koristilo, kad bi na život vode, na led i snijeg pazili samo tamo, gdje se nalaze promatračnice i stanice.

Ponekad, prije zaleđivanja ili kretanja leda, treba proći rijekom, vidjeti, što se događa s ledom na čitavoj njezinoj dužini. Možda se u okolici stanice led još drži, a da je niže već krenuo.

Nad rijekom lete izviđački avioni. Rijekom idu odredi, koji mjere debljinu leda i snijega, unose na kartu nezaleđena mjesta i sante leda.

Osim jezika riječi kod ljudi s rijeka — hidrologa — postoji i jezik znakova.

Nezaleđena se mjesta označavaju na karti u obliku zasjenčene zatvorene figure s valovitim rubovima. Sante se leda predočavaju uglovima. Ledenu koru crtaju također u obliku neravnih zatvorenih figura, ali ih samo ne sjenče nego ostavljaju bijele.

To su znakovi za karte.

Za tablice postoje drugi znakovi (ledena kora) — crtica, (prvi jesenji led) — zvjezdica, (zator) — zasjenčeni trokut, prvi i posljednji parobrod — pravokutnici, kretanje leda — zasjenčeni krug.

Vodostaj, stanje leda — to je ono, što je najpotrebnije lađarima, splavarima, graditeljima prijelaza preko leda i graditeljima mostova.

A ljudima, koji rade u hidrocentralama i vodovodima, potreban je utrošak.

Prisiljeni smo da rijeci postavljamo pitanja.

Koliko vode nosi rijeka? Koliko vode može dati ljudima?

Kad imamo posla s izvorom, koji otječe niz strminu brežuljka, nije ga teško natjerati da odgovara. Dovoljno je podmetnuti pod struju vjedro i pogledati na sat, pa da nam izvor sam kaže, za koliko vremena puni vjedro.

Ali kako ćemo ispitati potok ili rječicu?

Tu vjedro ne možeš podmetnuti. Tu se mora pribjeći lukavstvu. Možemo postupiti ovako: pregradimo potok zidom s otvorom ili usjekom, kroz koji voda može otjecati. Tada se prema veličini otvora i prema visini sloja vode, koji se preljeva, može izračunati koliko vode nosi potok u sekundi.

Ali šta ćemo onda, kad nemamo potok, nego rijeku, pa još takvu, kao što je Volga ili Dnjepar? Lako je, ako je preko rijeke postavljena brana. Tada nije tako teško saznati, koliko vode ide kroz otvor brane. Ali ako nema brane, ne ćemo je valjda postaviti naročito za tu svrhu, da bismo izmjerili utrošak vode!

Tu moramo naći neki novi način, da ispitamo tajne rijeke.

Voda je u rijeci kao gomila ljudi, koja ide ulicom. Širokom ulicom proći će više ljudi, nego uskom. Ali se pri tome ne smije zaboraviti na brzinu. Jedna je stvar, ako ljudi idu sporim korakom, a sasvim druga, ako oni trče.

Tako je i sa rijekom. Širokim i dubokim koritom proći će više vode nego uskim i plitkim. Ali ako uska rijeka teče brzo, a široka sporo, onda uska može prestići široku u takmičenju i donijeti više vode za isto vrijeme.

Prema tome, da bi izmjerili utrošak rijeke, moramo znati i njezinu brzinu i profil njezinog presjeka.

Profil nije tako teško izmjeriti letvom, motkom, viskom.

A brzinu? Kako ćemo nju doznati? Prvo, što nam pada na um je da bacimo u vodu iver ili drveni kružić sa zastavicom, da bi se vidio izdaleka i da pogledamo, koliko je vremena potrebno ovom brodiću, da prijeđe put od deset ili sto metara.

Međutim, brzina rijeke nije svuda jednaka — pokraj obala i pri dnu voda teče sporije, nego na površini i u sredini.

To dobro zna svaki onaj, tko je u djetinjstvu imao prilike puštati niz vodu brodić, koji je sam napravio — od papira ili drveta. Kakvu buru je trebalo napraviti pomoću kamenja ili drveta. Kakvu buru je trebalo napraviti po-

moću kamenja ili štapova, da bi se natjerao brodić, da iziđe iz zaljeva, iz mrtvog pribrežnog pojasa, na otvoreno »more«.

Prema tome, brzinu ne treba mjeriti na jednom mjestu, nego na nekoliko mjesta — uz obalu i dalje od obale, na površini i u dubini.

Ali kako da saznamo brzinu u dubini? Vezat ćemo za plovak drugi jedan plovak — začepljenu bocu, metalnu loptu, prazno burence.

Donji će plovak ići dubinom, vukući za sobom na konopcu gornji. A gornji će, sa zastavicom, pokazivati, gdje se nalazi donji.

Ali tu se upliće vjetar, koga nitko nije zvao, da prisustvuje ispitu i koji samo ometa rijeku da odgovara.

Dovoljno je, da vjetar jače dune, pa da plovak prestigne rijeku ili, obratno, da pođe sporije od nje.

Mnogo je točnija druga sprava, koja ima veselo ime — vrteška.

Ako plovak sa zastavicom naliči na brodić, što ga puštaju djeca, onda vrteška više podsjeća na podmornicu. Njezino je tijelo zaobljena oblika s repom otraga i perajama, koje se vrte sprijeda.

Plovak pliva po vodi, a vrteška se spušta u vodu na žičanom užetu ili željeznoj cijevi tako, da bi stajala na mjestu.

Struja vode okreće njezine peraje, kao što vjetar okreće krila na vjetrenjači. U unutrašnjosti trupa postoji mehanizam, koji pri svakom okretu ili, recimo, poslije svakih dvadeset i pet okreta zatvara kontakt električnog zvonca. I gore — na palubi hidrografskog broda, ili na mostu — promatrač broji sa sekundomjerom u rukama signale, koje mu daje rijeka.

Što su češći signali, to je veća brzina vode.

To je usmeni ispit. A može se uraditi i tako, da rijeka polaže i pismene ispite.

Zašto da brojimo zvonjenja? Neka vrteškine signale prima i bilježi na vrpcu sprava — samopisac. Postoje

sprave, koje u isto vrijeme s nekoliko pera bilježe rad mnogih vrteški, razmještenih po raznim mjestima.

Promatraču ostaje da samo po broju signala odredi brzinu rijeke.

I tako su sva mjerenja završena, profil živog presjeka rijeke predstavljen je na listu milimetarskog papira. Tu je iznad profila označena i kriva linija brzine.

Hidrolog se prihvaća posla da prema profilu i krivulji brzine konstruira krivulju utroška, a da iz krivulje utroška sazna, koliko vode nosi rijeka.

Ali i tu hidrologu pritječu u pomoć sprave — planimetri, mehanička računala, koji mnogo puta ubrzavaju rad na izračunavanju.

Tako, naoružan spravama, hidrolog prisiljava rijeku, da mu odgovara i usmeno i pismeno na pitanja, koja joj postavlja.

A kad bismo rijekom došli do njezina ušća, do morskih obala, i tamo bismo našli ljude, koji paze na život vode.

Sinje more

Nigdje čovjek ne osjeća tako jako samovolju prirodne sile, kao na brodu.

Tu ona svake minute podsjeća na svoju prisutnost.

Stvari u kajuti oživljuju i otkazuju poslušnost. Ležite u visećoj postelji, a vaš par čizama sam poigrava neki divlji ples. U kajuti pleše sve, što nije dobro pričvršćeno za pod, za sto, za zid.

Kovčeg vas udara u stomak, tanjir vam prosipa juhu na koljena.

Stvari kao da se osvećuju za svoju dugotrajnu nepokretnost.

Vi ste sretno prešli preko oceana. Ali vi ne osjećate da ste pobjednik mora. Lijep mi je to pobjednik, kad umalo što nije sva crijeva povratio od horizontalnog ili vartikalnog ljuljanja broda. Dok su se vaše stvari ponašale kao žive, vi ste se trudili da ležite nepokretno kao stvar, bojeći se da napravite ma i jedan suvišan pokret.

Ali obično je ljuljanje — sitnica u usporedbi s burom. Od morske se bolesti ne umire, a bura može i zdrava čovjeka strpati u grob, poslati ga na dno.

Tko ne zna, što je morsko dno — to groblje brodova i pomoraca?

Naši su pomorci nekad pjevali pjesmu o sinjem moru:

Odijevaš, obuvaš, more sinje!
Umivaš, sahranjuješ, more sinje . . . !

U vrijeme brodova na jedra pomorci su rijetko kad umirali na kopnu. Ali i sada, pomorac ne smije ne voditi računa o oluji.

More prijeti ljudima čak i kad je mirno.

Godine 1912. potonuo je ogromni parobrod »Titanic« usred potpune tišine, kad na moru nije bilo ni vjetrića.

Evo nekoliko odlomaka iz priče putnika, koji se uspio spasiti:

»Na brodu — tišina. Palube puste. Već je 11 sati i 30 minuta. Gotovo svi su putnici otišli na spavanje. Najednom udarac.

Čitav kostur broda uzdrhta i zapuca. S mosta se razliježe nekakav neobičan, prodoran pisak. Zatim opet nastade tišina.

U salonu četiri putnika pretrnula s kartama u rukama. Konačno, jedan od njih ustaje, prilazi iluminatoru i uplašeno viče: »Ledena santa . . . Mi smo se sudarili . . . Ginemo . . .« On prije naslućuje, prije nego što vidi kroz debelo staklo ledeno brdo.

Tada svi jurišaju na palubu. U mraku se čuje tapkanje nogu. Ljudi bježe, ne znajući kamo, bježe od smrti. Parobrod se naginje. Njegovi strojevi iznenada ušutješe. Vika postaje glasnija. Oficiri umiruju gomilu. I najednom se razliježu zvukovi muzike. Orkestar svira valcere, polke, marševe. Od muzike postaje još teže na duši.

Čuje se kapetanov glas: »Spustiti čamce u vodu!« Svima je sada jasno, da je opasnost velika. Potmuo jauk razliježe se palubom. Ponovo nastaje panika. I evo, već prvi čamac odnosi na pučinu žene i djecu . . .

Na mirnoj vodi parobrod, sav osvijetljen kao za ples, izgledao je još veći usred prozirnih santi leda. On se u hodu naginjao naprijed, tonući u vodu. U toku čitavog sata k nebu se uzdizao zbor glasova, koji su molili za pomoć.

Radiosignalisti su slali signale o nesreći čak i onda, kad je brod već tonuo u vodu. A muzičari su nastavljali svirati do posljednje minute...«

»Od 2200 putnika bilo ih je spašeno samo 675...«

Pa čak, kada je čovjek na obali, u svojoj kući, on ne može uvijek biti siguran, da mu more ne će počiniti nesreću.

Zimi, godine 1931. bura je odnijela s obale Krima dvije dvokatnice od kamena, porušila pristanište u Alupki i valolom u Tuapseu.

Tisuće godina nalazila se kod Simeiza stijena Monah. Dobila je ime zato, što je podsjećala na čovječju priliku u plaštu, s navučenom kapuljačom na glavi.

Svako ljeto dolazili su na Krim turisti i nalazili Monaha na istom mjestu. Ali oni su godine 1931. namjesto svog starog znanca ugledali tri bezoblična kamena.

Ustanovilo se, da su valovi za vrijeme bure razbili Monaha u tri dijela.

Eto, koliku snagu ima »slobodna prirodna sila«, s kojom se nekada na ovim krimskim obalama opraštao Puškin.

Prirodna sila — ne samo da je slobodna, nego je i neposlušna.

Kako da se ukroti ta jogunica?

Ljudi su od davnina razmišljali o tome.

Vatra se gasi vodom, a čime da se gasi voda? Kako da se obuzda bura, a ne požar?

Sjetili su se, da se valovi mogu gasiti uljem. Ulje se ne smije sipati na vatru. A na vodu ulje utječe umirujuće. Nije badava Tjutčev pisao:

I na uzbuđeno more
Sipa pomirljivi jelej...

Ali se uljem mogu gasiti samo mali valovi, a velike valove — najstrašnije — čovjek još ne umije ukrotiti.

Jedino što on može uraditi — to je, da gradi svoje brodove i pristaništa tako, da se oni ne boje valova.

A za to mora znati, što su valovi. Prije nego što bi omjerio snagu s morem, mora izmjeriti njegovu snagu.

Postoji sprava, koja bilježi udarce valova.

Valovi udaraju po kutiji, na koju je navučena debela opna od gume. U kutiji se nalazi glicerin. Prilikom svakog udarca glicerin prelazi iz kutije u cjevčicu, a cjevčica je spojena sa spravom samopiscem.

Val kao šakom udara po spravi. I sprava bilježi svaki udarac. Tako ljudi mjere snagu mora.

Zbog čega je mjere?

Da bi pravilno gradili pristaništa, mola, valolome, oklop se mora izračunavati prema udarcu.

I brodovi se također moraju graditi s obzirom na valove.

Ima različitih mora. Na nekom se moru nikad ne dižu visoki valovi, a na drugom oni dostižu visinu od mnogo metara.

Brodograditelj mora poznavati karakter mora, po kome će ploviti brod.

Ako je brod izgrađen za jedno more, a dospije u drugo, on može kod prve bure nastradati i otići na dno.

Mi imamo velikog poznavaoca mora — profesora V. V. Šuljejkina. On je konstruirao brodsku spravu, koja sama ucrtava valove za vrijeme plovidbe.

Sprava je napravljena jednostavno. Ali, koliko je kompliciran rad na tako jednostavnoj stvari! Profesor Šuljejkin je uzeo kutiju i odozgo je prevukao tankom gumom.

Ako brod ne presjeca val, on se čas penje na greben, čas se spušta u udubljenje među valovima. Kad brod ide naviše, guma se na kutiji sprave svija napolje. Kada se brod spušta, ona se uliježe unutra. To proizlazi zbog toga, što s visinom opada tlak zraka.

Da bi osjetio smanjenje tlaka, čovjek se mora popeti na visoku planinu. A sprava je toliko osjetljiva, da ako je podignete za jedan metar — ona i to opaža.

Kolebanja gume bilježi pero. Dovoljno je da se brod uzdigne za jedan metar, pa da se pero pomakne za centimetar.

Sprava je bila postavljena na brod »Transbalt«, pred kojim je bila plovidba po mnogim morima.

»Transbalt« je obišao gotovo čitav svijet: bio je u Indijskom oceanu, i u Južno-kineskom moru i u Japanskom moru.

I cijelim je putem sprava ucrtavala valove.

Iskusnu je čovjeku dovoljno da pogleda na crtež, koji je napravila sprava, pa da prepozna »rukopis« mora. Evo jedva valovite blage krivulje. To je mrtvo talasanje u Indijskom oceanu. Evo neravnih valova Južno-kineskog mora. A evo burnih, strmih uzmaha — to je bura u Istočno-kineskom ili Japanskom moru.

Profesor Šuljejkin je često razmišljao o tome, kako treba graditi brodove, pa da ljuljanje bude što je moguće manje.

On i njegovi suradnici u Crnomorskoj geofizičkoj stanici ispitivali su modele brodova, podižući »buru u čaši vode«, ili, točnije, u koritu s vodom.

Pokazalo se, da se model ledolomca »Jermak« jako ljulja čak i kod malih valova, a model parobroda »Čehov« gotovo se ne ljulja čak ni za vrijeme bure.

Profesor Šuljejkin je vršio komplicirane proračune, u kojima nisu nedostajali integrali i diferencijali. On je izvodio jednu krivulju za drugom.

I njemu je pošlo za rukom naći formulu, koja pokazuje, kako treba graditi brodove, pa da se oni ne boje ljuljanja.

Trupu broda treba dati takvu liniju, da pri naginjanju do određenog kuta brod istisne što je moguće više vode. A da bi brod mogao ploviti sa sigurnošću, mora imati visoke, a ne niske bokove.

Veliki, pravilno sagrađen brod može se ne plašiti valova. A za mali je brodić bolje da sačeka u luci, dok se bura ne umiri, dok valovi ne postanu niži od stanovite visine.

Prema tome, u luci se mora neprestano paziti na visinu valova i mjeriti je.

To se radi u pomorskim obalnim stanicama.

Ali, kako se to hidrolozi dovijaju da mjere valove?

Val se čitavo vrijeme mijenja. Jedva uspjevši da se potpuno uspravi, on se već ruši, razbija u bijelu pjenu.

Zbog mjerenja valova stavlja se u more valomjerna letva sa svijetlo obojenim razdjelima, ili se valovi prisiljavaju, da ljuljaju plutaču, a na plutaču paze s obale kroz dalekozor s ljestvicom, kao kod artiljerijskog dalekozora. A može se udesiti i tako, da val sam sebe ucrtava. U tu svrhu treba na plutači samo upaliti svjetlost i tu svjetlost snimati na pokretnoj vrpci.

Lako je izmjeriti visinu vidljivog vala. No što ćemo onda, kad je brod prisiljen da ima posla s nevidljivim valom.

A postoje i takvi.

Za vrijeme svoje plovidbe na »Framu« Nansen je primjetio čudnu pojavu. Događalo se, da negdje u fjordu, na ušću neke rijeke »Fram« čitave sate nije mogao izići iz »mrtve vode«. Neka nevidljiva snaga zadržavala je brod i nije mu dopuštala da krene. Da bi shvatio, o čemu se tu radi, učenjak Ekman je izvršio ovakav pokus. On je pokušao napraviti malo more u svome laboratoriju — i to takvo, da odozdo bude morska voda, a odozgo slatka, riječna.

Zatim je uzeo model broda i poveo ga po svome moru. Na moru su se od broda odvajali valovi. A dolje su se — između slane i slatke vode — također pojavili valovi, samo nevidljivi.

Upravo su ovi unutrašnji valovi i smetali brodu, da se kreće naprijed.

O njima je već bilo riječi, kad smo se s čitaocem spuštali u podvodno carstvo. Još prije nego što smo došli do krutog dna, naišli smo na tekuće dno — tekuće tlo, po

kome su plovile vodene životinje i biljke. Na tekućem tlu, kao na dnu, ležala je podmornica. Od tekućeg se tla odbijao zvučni val dubinomjera.

Lako je vidjeti val, koji se stvara na granici između vode i zraka. Ali se val, koji se kreće na granici između vode i vode, može primijetiti samo pomoću sprave.

Gdje se nalazi tekuće tlo? Tamo, gdje sloj vode manje gustoće leži na sloju veće gustoće.

A zašto je jedan sloj gušći, a drugi — rjeđi?

Zato, što je jedan hladniji ili slaniji od drugog.

Prema tome, da bi se opazilo nevidljivo tlo i izmjerila visina nevidljivih valova, mora se uzeti iz dubine nekoliko proba vode i saznati njezina temperatura i zasićenost solju.

Kako se uzme voda iz dubine? Ako jednostavno spustimo vjedro, ono ne će zagrabiti vodu tamo gdje treba, nego gdje bilo. Potrebna nam je takva sprava, koja bi uzimala vodu onda, kad joj naredimo.

Takav pribor postoji. On se zove batometar. Na čeličnom užetu spušta se u more bakreni valjak s dvije slavine na krajevima. Kad batometar dođe do potrebne dubine, tada se po užetu šalje za njim u potjeru uteg. Uteg, udarivši o prekidač, pokreće mehanizam, koji prevrće valjak i zatvara slavine.

Zajedno s barometrom šalju se u dubinu i dva dubinska termometra.

Ako se spusti u vodu običan termometar, on će usput mijenjati svoje iskaze. A što će hidrologu takva sprava — lažni svjedok?

Kako da prisilimo termometar da govori istinu, da pokaže onu temperaturu, koju je izmjerio u dubini?

Tu se ljudi služe lukavstvom. Termometar udese tako, da se pri okretanju cjevčicom naviše živin stupić odvaja od žive, koja se nalazi u lopti.

Tada termometar više ne može mijenjati svoje iskaze. Htio ne htio, prisiljen je da govori istinu.

Kad se odozgo pošalje uteg, on prevrće čitavu spravu — i batometar i termometar. Živa se odvaja gdje je potrebno, i sve je uredu.

Eto što se događa ponekad s termometrima. Što li sve moraju podnijeti u ime istine! Prisiljavaju ih, da se prevrću, pa još u morskoj dubini!

A kako ćemo saznati, do koje je dubine došla sprava? Jer struja može zanijeti uže ustranu: spušteno je 1000 metara užeta, a dubina može biti samo 900!

Tu zovu u pomoć još jednu spravu — termodubinomjer. Voda pritiskuje lopticu sa živom i istiskuje živu u staklenu cjevčicu — kapilar. Što je sprava na većoj dubini, to je viši stupić. I najednom — tak! Uteg je udario u prekidač, sprava se prevrnula. Dubina je izmjerena.

Uostalom, izmjerene su u isto vrijeme i dubina i temperatura. Jer živa ne reagira samo na tlak vode, nego i na njezinu temperaturu. Treba da izvršimo suočavanje termodubinomjera i da, sravnivši njihove iskaze, unesemo potrebne ispravke.

Izmišljeno je mnogo lukavih načina i sprava za određivanje dubine, temperature, zasićenosti solju. Postoje sprave koje u isto vrijeme upisuju i temperaturu i dubinu.

To nije potrebno samo zato, da bi se otkrilo u dubini tekuće tlo i izmjerila visina ogromnih unutrašnjih valova.

Po temperaturi u dubini i na površini možemo saznati, gdje prolaze tople, a gdje hladne struje. A od struja ne zavisi vrijeme samo na moru, nego i na kopnu.

Mjereći temperaturu vode u Barencovom moru, hidrolozi prate toplu Golfsku struju. A to je potrebno zbog toga, da bi se mnogo vremena prije plovidbe moglo proreći, kako će se ponašati led u Arktiku i na Sjevernom morskom putu.

Negdje tamo na Sjevernom Atlantiku kapetani trgovačkih brodova mjere temperaturu vode. I to pomaže hidrolozima da daju prognozu oslobođenja rijeka od leda.

Po temperaturi vode sudi se o tome, gdje se mogu kretati jata riba. Jer ribi za njezine seobe ne godi svako podvodno vrijeme.

Kad kapetan vidi, da voda postaje sve hladnija, on zna, da mu predstoji susret s ledenim bregovima.

Pokazivali su mi u Centralnom konstruktorskom birou hidrometeoslužbe brodski termograf. On bilježi tempera-

turu vode na površini mora. Motreći na njegove zabilješke, kormilar je, stojeći na straži u stanju čak i noću ili po magli primijetiti ledno polje ili ledeno brdo.

Suvremenom brodu ne prijeti »Titanicov« udes. Brod dugo vremena prije susreta s ledom osjeća njegovo približavanje.

Na morski led motre sada i avioni, koje šalju u izviđanje. Avioni izvješćuju preko radija, gdje se pojavio led, gdje se zgusnuo, gdje je postao rjeđi.

Ljudi paze na more, na neposlušnu prirodnu silu i s aviona, i s broda i s obale.

Da bi saznali pravac struja, spušta se u more vrteška: struja pokreće peraje propelera, a brojač broji okrete. Na moru se na plutaču postavlja samopisac struja, i on sam vrši mjerenja i bilježi.

Četiri puta u toku 24 sata, a ponekad i svakih deset minuta po jedamput, mjeri se vodostaj kraj obala.

Svakome je razumljivo, zašto se mjeri vodostaj u rijeci. Tamo visok povodanj može poplaviti grad, porušiti mostove i pristaništa.

A zašto paziti na razinu mora? Zar ona ne ostaje uvijek na istoj visini — na istom onom nivou mora, prema kome mi vršimo računanje?

Onaj koji tako razmišlja griješi: on zaboravlja na plime i osjeke, na vjetrove koji tjeraju vodu prema obali i vraćaju je natrag u more.

More se koleba kao zdjelice na vagi i ta ljuljanja nije teško primijetiti, zato što se odigravaju naočigled sviju.

Ali postoje i lagana vjekovna kolebanja razine. More vjekovima prodire na kopno ili se s njega povlači. Pomorci ponekad ne vide uzalud na dnu, kroz prozirnu vodu ruševine drevnih zidova ili srušene stupove.

Da i naše sadašnje gradove ne bi zadesila ista sudbina, treba iz godine u godinu paziti na razinu mora.

Postoje mora-jezera, otkinuta od oceana. Ona su prisiljena sama sastavljati kraj s krajem, ne računajući na ogromne zalihe, skupljene u oceanskom vodnom rezervoaru.

Na ovakva mora-jezera treba paziti naročito budno. Za posljednje vrijeme razina vode Kaspijskog mora spustila se gotovo za dva metra. Sve uzbuđuje pitanje: što ovo znači? Da li more postaje pliće zauvijek, ili će poslije opet početi rasti? Jer, ako ono postaje pliće, bit ćemo prisiljeni prepravljati obalske gradove i pristanišne uređaje, ili ih čak i prenositi na drugo mjesto. A to će stajati milijarde rubalja.

Da bi riješio ovo pitanje, hidrolog pregleda podatke starih motrenja, prelistava tablice, u kojima su zabilježeni nivoi, prebire po prašnim knjigama, po ljetopisima. Kad je potrebno, hidrolog mora postati povjesničar.

I što su u prošlosti točnije bila vršena mjerenja razina, što ih više ima, to je hidrologu lakše kazati, da li Kaspijsko more postaje pliće ili ne, i kakav će biti njegov nivo za godinu dana ili za pet godina.

Tu, kao i na rijeci, hidrologu vjerno služi vodomjerna letva — futštok.

Nivo se mjeri letvom četiri puta u toku 24 sata, a za vrijeme plime i osjeke čak i svakih deset minuta: jer se tada razina mijenja naročito brzo.

Još je bolje ako samo more vodi dnevnik — ubilježava svoja kolebanja. More podiže ili spušta plovak moreografa, a plovak pokreće pero.

Tako ljudi motre na more, na svaki njegov siloviti skok i na njegovo lagano vjekovno kretanje.

I ja opet moram kao refren ponoviti riječi: da bismo živjeli u slozi s prirodnom silom, moramo je poznavati.

Ima ljudi, koji čitav svoj vijek provedu na moru, pa ipak ga ne poznaju.

Upitajte stanovnike Soče ili Anape, zašto je Crno more nazvano Crnim. Teško da će vam oni to moći objasniti.

A čovjek, koji proučava more, reći će vam, da Crno more izgleda tamnije od ostalih zato, što ima strmije valove . . .

Kad na moru nema valova, onda se u njemu nebo ogleda kao u ogledalu. Tada i more i nebo imaju istu boju.

Ali dovoljno je, da se pojave valovi, i mi već počinjemo vidjeti ne samo boju neba, nego i boju samog mora. Mi kao da gledamo kroz valove.

Što su strmiji valovi, to bolje vidimo njegovu boju.

Isto je to i sa staklom. Da bismo vidjeli boju stakla, moramo pogledati na njegov rub.

Koliko su puta umjetnici predočavali svijetao put, koji pri sunčevu danu ili za vrijeme noći obasjane mjesecom ide preko mora do sama obzorja. Pjesnici su pisali o »mjesečevoj stazi« i o sunčanom »putu k sreći«.

I dolazi učenjak, pa kaže: ovo sunce — ili ovaj mjesec — ogleda se u tisućama kosih, pokretljivih ogledala, u tisućama sićušnih valova.

Kad bi more bilo mirno, ono bi zacijelo izgledalo kao jedno ogromno ogledalo. Sunce i mjesec bi se ogledali u njemu samo jedamput. A sitno talasanje razbilo je morsko ogledalo na tisuću komada.

Ali, otkuda se pojavljuju po mirnom vremenu sićušni valići blagog talasanja?

Učenjak će i na to dati odgovor. Reći će, da veliki val podiže na moru snažna zračna struja — vjetar, a blago talasanje stvaraju jedva primjetne zračne strujice koje prelijeću nad vodom.

Tako se mijenja pejsaž, kad ga promatra znalačko oko.

Opisujući obalu Krima, pjesnik predočava otvoreno plavo ogledalo mora kraj obale, a u daljini, na obzorju — tamni plavi pojas.

Ali će samo učenjak moći da ne samo vidi, nego i da uzmogne objasniti ovaj pejsaž.

Učenjak će reći, da je kraj obale more glatko zato, što su planine zaklonile obalski pojas od vjetra. Prešavši preko planina, vjetar ne pada na more kraj same obale, nego daleko na obzorju. Pavši na more, tamo vjetar stvara valove. Zato more u daljini i izgleda plavo.

O snježnim vrhovima

Tisućama očiju ljudi motre na vodu na svim njezinim putovima. Oni proučavaju njezin put po riječnom koritu, oni prodiru za njom u pore zemljišta, u mračne dubine zemlje, oni mjere brzinu strujanja u moru. Oni dosežu do izvora rijeka, do lednika i snježnih vrhova.

Za nas je rijeka — voda koja teče riječnim koritom.

Hidrolog pak zna, da je rijeka velik i kompliciran mehanizam, koji skuplja vodu s ogromnog teritorija.

Tamo negdje u šumi leži na zemlji snijeg. On spava kao medvjed u brlogu. Njega se ne tiče rijeka, koja se krije negdje dolje, pokrivena ledenim pokrivačem. Odozgo se ne može znati, da li je ona živa ili mrtva.

Ali će doći proljeće, i snijeg će se probuditi, postati će otopljena voda, oborit će se naniže po padinama k rijeci, puzit će prema njoj dugim putem pod zemljom.

Ukoliko po šumama i poljima nad rijekom ima više snijega, utoliko će u proljeće više vode proći riječnim koritom.

I tu mnogo znači, kakvo je tlo. Ako se zemljište nije odmah otkravilo, nego je pokriveno ledenom koricom, ono ne će pustiti otopljenu vodu u svoje podzemno carstvo. Sva će voda poći po površini. Proljetni će povodanj biti visok.

A ljeti će rijeci nedostajati vode. Jer u ljetnje doba, naročito nema kiše, rijeci dolazi u pomoć ona voda koja se probija do nje podzemnim putem.

I ako vode pod zemljom bude malo, rijeka će postati plitka.

Ali, u našoj se zemlji rad obavlja planski. Mi moramo unaprijed predvidjeti, koliko će vode proći rijekama.

Prema tome, moramo mjeriti ne samo vodu u rijekama, nego i snijeg u ravnici i na planinama.

Izmjeriti koliko snijega leži po poljima i šumama — to nije tako jednostavna stvar. Jer se snijeg tu ne nalazi u loncu, nego na zemlji, na površini od stotine i tisuće četvornih kilometara. Na nekim je mjestima deblji, na drugima — tanji. Sve to mora uzeti u obzir onaj tko mjeri snijeg.

Naročito je teško mjeriti snijeg u planinama. Tamo to nije samo komplicirana nego i opasna stvar.

Nije se jedamput dogodilo, da su mjerači snijega ginuli, padajući s planinskih staza u ponor. No ponor se može barem vidjeti. A dogodilo se i to, da je smrt vrebala mjerača snijega i na ravnom mjestu. Čovjek bi najednom iščezao, propadao usred snježnog polja. Njegovi bi mu drugovi požurili u pomoć i pronalazili u snijegu tek nastalu crnu rupu. Ustanovilo bi se, da je na tom mjestu bila klopka: rječica, pokrivena tankim ledom i zasuta dubokim rastresitim snijegom.

Po duboku se snijegu kreću trzajima, skokovima, malaksavajući. Ljudi se guše u razrijeđenu zraku — na visini od četiri kilometra, a ponekad i više.

Za vrijeme mećave ili po gustoj magli ljudi se kreću kao slijepi, osluškujući disanje konja, glas drugova. A kad sja sunce, opet nije mnogo lakše. Planinsko sunce sja prejako, i ljudi naročito stavljaju crne naočari, kako bi slabije vidjeli.

Teško je raditi u snijegu, pa se i odmoriti nije lako. Još je dobro, ako pođe za rukom da se prenoći u dimljivoj izbi ili u napuštenoj nomadskoj kolibi. Ali ćeš u planinama rijetko naići na naselje. A mjerači su snijega obično prisiljeni da provedu noć negdje pod zaklonom stijene, grijući se kraj vatre ili upaljena primusa.

Tko od nas nije sanjario o putovanjima, o opasnim doživljajima?

Za mjerače to je svakodnevni posao. Oni odlaze u planine svakog mjeseca, da bi obišli kišomjere, postavljene na raznim visinama.

To nisu obični, mali kišomjeri, određeni za jedan dan, nego takvi, da mogu primiti sav snijeg, koji padne za mjesec dana.

Da bi se znalo, koliko je palo snijega, on se mora topiti na vatri.

Debljina se snijega mjeri snjegomjernom letvom. Pazi se i na život rijeka leda — lednika. Ucrtavaju se ledeni jezici, bilježi se brzina, kojom se otapa ili raste ledeni pokrivač.

Međutim, same ekspedicije nisu dovoljne. Potrebne su i stalne visokoplaninske stanice. Na stanici se ugodnije obavlja posao. I taj posao može biti neprekidan.

Ali tu postoji druga teškoća: kako da se sagradi stanica, kako da se snabdije svime, što je potrebno?

Materijal za građenje može se naći u planinama. Po klisurama raste šuma. Kamena ima do mile volje.

Pa ipak se mora priličan teret vući gore — po kozjim stazama, tamo, gdje se i bez tereta ne može svatko popeti.

Dospio mi je do ruku izvještaj, koji je napisao jedan od hrabrih ljudi, koji su sagradili u planinama Tjenšana prvu visokoplaninsku stanicu.

Rukopis je bez potpisa. Pravi su heroji skromni.

Treba čovjek sam pročitati ovaj rukopis, pa da shvati, kakvu su tešku borbu bili prisiljeni voditi graditelji protiv surove prirode planina.

Grede i daske su morali vući po zemlji iz klisura naviše, opremu prenositi na tovarnim konjima ili na vlastitim leđima.

Konji su, pokriveni injem i ledenim iglama, izgledali kao napravljeni od leda. Užad od dlake, kojima je vezan tovar, toliko su se stvrdnjavala od mraza, da ih nisu vezivali, nego savijali kao žicu.

Na planinama je sve bilo drukčije nego dolje.

U tom carstvu leda i snijega moralo se i graditi na nov način. Kad bi zgrada stanice bila sagrađena po uobičajenim pravilima, njezini bi se zidovi prvog ljeta iskrivili, nagnuli i ispucali.

Jer tu zemljište skroz promrzava. Zatim sunce ugrijava kuću, i zemljište se pod kućom počinje kraviti, kretati se.

Da toga ne bi bilo, staničnu su zgradu postavili na cementnu ploču s visokim rebrima. Pod kućom su dobiveni hodnici, toliko prostrani, da se po njima moglo čak ići u pognutu stavu. Ali ti hodnici nisu bili napravljeni za ljude, nego za vjetar. Ljeti bi noću otvarali ventilaciju, i hladni bi vjetar počinjao šetati ispod kuće, hladeći tlo . . .

I evo, konačno, otpočeše motrenja.

Ali je i tu bilo prilično iznenađenja.

Živa je u barometru pala ispod najnižeg razdjela na skali. Barometar nije bio sračunat na tako mali tlak i otkazao je poslušnost. Morala se za njega naručiti nova, neobična skala.

Kišomjeri su po spojevima pucali od hladnoće i morali su se odmah tu skidati i popravljati.

Ne samo da su sprave, nego su i ljudi ispadali iz stroja — oni su patili od planinske bolesti.

Pa ipak su promatranja vršena. Po svakom vremenu mjerači su odlazili na snimanje snijega. »Na vrijeme se nije obraćala pažnja«, govori se kratko u izvještaju. Na vrijeme su se najmanje obazirali oni, koji su se najviše bavili vremenom.

Ono im je zadavalo toliko neugodnosti. Ali oni, kao da su imali malo brige oko ovog jogunastog zemaljskog vremena. Nisu ostavljali bez paske ni vrijeme na suncu. Sunčane bure, sunčane pjege nisu ih zanimale manje od bura na zemlji.

Tjenšanska je stanica bila sagrađena na visini od 3600 metara. Promatrači su se, međutim, popeli i više. U Taškentu je sagrađena zgrada i prenijeta u dijelovima na glečer Fedčenko, na visinu od 4100 metara. Kuću su prenijeli preko bujnih planinskih rječica, preko obilja valutaka i šljunka, preko okomitih padina i uspona, preko dubokih snjegova, preko glečera, ispresijecanog pukotinama.

Tamo se gore dešavaju takve bure, da je vjetar jednom prilikom odnio sve meteorološke stražarnice kao kućice od papira. Tamo nikad nema kiše, zato snijeg ponekad zavije stanicu gotovo do samog krova. Događa se da debljina snježnog pokrivača u klisurama i udubljenjima dostigne trideset metara.

Sedam mjeseci u godini samo radio vezuje stanicu s ostalim svijetom.

Pa ipak, promatranja se vrše. Motrioci uredno bilježe u knjižicu brojeve i popunjavaju tiskanice.

Vidio sam jednu takvu tiskanicu.

Na obzorju je — zupčasta linija planina, nad kojom se uzdižu strmi vrhovi. Dolje je — dolina, po kojoj teče rijeka. Naprijed, iznad ponora je — niska zgrada stanice i meteorološke stražarnice.

Kad ne bi bilo brojeva, koji označuju visine, nikad ne biste pomislili, da su ovo kancelarijske tiskanice, nego crtež, koji predstavlja planinski pejsaž.

Svako jutro u sedam sati promatrač bilježi liniju snijega. Prelistavajući tiskanice, može se zapaziti, kako se zima spušta u dolinu, kad je dolje još toplo, ili kako se povlači na planinske strmine u proljeće.

Teško je živjeti i raditi u planinama. Ali za polarnim krugom rad nije lakši. U ledu Arktika ljudi nisu ponekad odsječeni od Velike Zemlje samo sedam mjeseci, nego godinama.

Koliko treba strpljenja, postojanosti, izdržljivosti, pa da se radi na stanici odsječenoj od svijeta. Tu je najbolji lijek — rad! Što je čovjek više obuzet radom, zbog kojega je napustio Veliku Zemlju — tim manje mu u duši ostaje mjesta za tugu.

Da li je bilo lako četvorici polarnih istraživača[1] na pokretnoj santi »Sjeverni Pol«! A oni su ipak nastavili raditi i slati izvještaje o vremenu čak i onda, kad je od njihove sante ostao samo relativno malen odlomak. Svako jutro promatrač izlazi na tu nesigurnu, krtu, tanku platformu, ispod koje se nalazi četiri kilometra vode.

Evgenije Fjodorov je određivao adresu svoje stanice, koja je bila najnepostojanija adresa na svijetu, i vršio je astronomska, magnetna, meteorološka promatranja. A Petar Širšov je mjerio dubinu mora, temperaturu vode i lovio životinje, koje borave u morskim dubinama.

Takvi ljudi ne štede sebe. Ali država mora čuvati svoje heroje.

I evo, nastaje pitanje, da li se može bez čovjeka tamo, gdje ga može zamijeniti automat?

Na svakoj hidrometeorološkoj stanici postoje spravesamopisci koje automatski bilježe temperaturu, tlak, vlaž-

[1] Čuvena četvorka papanjinaca.

nost. Na aerološkim se stanicama na nebo podižu svakodnevno pilot-baloni i radiosonde i saopćavaju odozgo radiom, kakvo je vrijeme na nebu, kamo i kojom brzinom duše vjetar.

Ne bi li se onda mogla za rad u Arktiku, u pustinji, na stijeni usred oceana, na vrhu planine postaviti stanica, koja bi radila bez ljudi.

Još nedavno — godine 1939. — u časopisu Američkog meteorološkog društva dani su odgovori čitalaca na pitanja: kakva će biti meteorološka služba za 50 godina?

Rukovodilac sekcije meteoroloških sprava pisao je: »Za 50 godina automatske stanice, sračunate za rad u toku cijelog mjeseca, davat će izvještaj o vremenu iz nenaseljenih mjesta«.

Kad mislimo na budućnost, često se varamo. Mi loše vidimo unaprijed i smatramo nekad pola vijeka za godinu i godinu gotovo za stoljeće.

Američki se meteorolog prevario. U našoj se domovini automatska stanica nije pojavila poslije pedeset godina, nego poslije pet godina, ne za vrijeme naših unuka, nego u naše vrijeme.

Robinson-automat

Vidio sam automatsku stanicu u Himkama blizu Moskve.

Moj je put na ovu stanicu naličio na put u budućnost.

Pokraj mene u automobilu sjedili su Evgenije Fjodorov i inženjer Goriljejčenko. Evgenije Fjodorov, koji je još nedavno bio meteorolog stanice na pokretnoj santi leda, sad je postao vrhovni zapovjednik čitave armije od trideset tisuća meteorologa i hidrologa naše države — načelnik hidro-meteorološke službe SSSR.

Auto je jurio drumom pokraj novih velikih zgrada, sagrađenih u godinama petoljetki, pokraj pristaništa u Himkama, pokraj čuvenog kanala, koji spaja Moskvu s Volgom.

Sve je to donedavna postojalo samo u brojkama, u tablicama, u mašti inženjera.

Ali teško da je Evgenije Fjodorov mogao na svojoj santi maštati o tome, da će za nekoliko godina početi pokazivati radoznalima automatsku meteorološku stanicu, koja tek što je sagrađena...

Evo i nje.

S lijeva u polju su dvije radio antene i kućica. Stižemo, zaustavljamo se.

Inženjer Goriljejčenko daje objašnjenja isto onako, kao pronalazači, o kojima čitamo u svakom naučno-fantastičnom romanu.

Međutim, ovoga puta nemamo posla s fantastičnom izmišljotinom nego s fantastikom stvarnosti.

Na jarbolu od osam metara nalazi se blok meteoroloških sprava. Tu je i barometar, i termometar, i anemometar i rumbometar. Anemometar određuje brzinu, rumbometar — pravac vjetra.

To su oči stanice, njezina osjetila. Od njih vode nervi — vodovi k mozgu, k bloku uprave.

Blok uprave je skriven, kao mozak u lubanji, u velikom metalnom sanduku.

Inženjer Goriljejčenko skida jedan poklopac, zatim drugi.

Evo njega — mozga automata. Mali zupčanici, diskosi, kontakti, svemogući dijelovi, koje ne bi umio čak ni da imenujem, bili su ovdje povezani u jedan komplicirani, oštroumni stroj, koji je i nehotice izazivao poštovanje prema sebi.

Neupućenu čovjeku teško se snaći i u mehanizmu sata. Ali je mehanizam sata bio samo jedan od mnogih dijelova u uređaju, koji smo vidjeli u sanduku.

Ovaj je sanduk bio postavljen na drugi veliki sanduk. Odatle je iz akumulatora dolazila energija, koja je davala život čitavom uređaju.

Od osjetila — k mozgu... A od mozga-nervi-vodovi idu k centru govora — k radioodašiljaču, koji je utvrđen odmah tu, na oniskom stupu.

Svakih šest sati stanica počinje govoriti — prenosi u eter izvještaj o vremenu.

Osluškujemo. U sanduku kuca sat, kao da kuca srce.

I evo, nastupio je određeni rok. Nitko nije dodirnuo mehanizme. Oni su se sami pokrenuli, kad im je bilo određeno.

Mehanizam sata je pokrenuo male zupčanike. Zašumio je transformator energije. Zavrtjeli su se diskosi s telegrafskim znakovima — točkama i povlakama. Pokrenuo se završni mehanizam — pismeni stroj — koji umije znakovima izraziti ono, što su vidjele sprave.

Počeo je raditi automatski ključ, radiotelegrafist-automat. Kao prsti, zakucali su kontakti po diskosima. Nekakvo kucanje razlijeglo se iz meteoroloških sprava. Zašumjelo je nešto u radioodašiljaču.

Točke — povlake . . .

Stanica predaje — najprije pozive, zatim tlak, temperaturu, pravac i snagu vjetra. Tri puta stanica prenosi izvještaj, zatim u eter jure pozivni znakovi. I ponovna šutnja. Sve se zaustavilo. Samo sat nastavlja kucati.

A poslije šest sati, stanici je opet suđeno da se probudi — na dvije minute.

I tako stanica radi čitavu godinu.

Kad su se konstruktori primili ovoga posla, zadatak je izgledao nerješiv.

Kako da se napravi takav automat, koji bi radio uzastopce dvanaest mjeseci, 365 dana, 8760 sati.

Ali su konstruktori shvatili, da radeći po dvije minute četiri puta na dan, stanica ne će raditi za godinu 8760, već pedeset sati ili približno toliko.

Pedeset sati — to je nešto drugo. Takav se automat može napraviti.

I ljudi ne će morati da borave kraj stanice. Bit će dovoljno da jednom godišnje dođu provjetriti mehanizme, ponovo napuniti akumulatore.

Uostalom, ako se postavi vjetrenjača, onda se ne će morati ni ponovo puniti: nevidljivko-vjetar će sam pokretati sprave, koje motre na vrijeme.

Stanica će raditi bez ljudi.

Pa ipak, bez ljudi, bez hrabrih, ustrajnih ljudi ne može se ni ovdje.

Jer stanicu ne treba samo sagraditi, nju treba prenijeti i postaviti na određeno mjesto. A to baš nije sasvim lak posao, pogotovo, ako se stanica mora postaviti u nekom divljem, nenaseljenom kraju.

Koliko se puta u ovoj knjizi ponavljaju riječi: »A to nije lak posao«, ili »a to nije baš tako jednostavno«.

Ali neka mi oproste kritičari-cjepidlake. Ja stvarno ne pričam o onome, što je lako i jednostavno.

Ja pričam o radu, koji zahtijeva visok napor, dovitljivost, ustrajnost, hrabrost.

Ponekad suh izvještaj ili akt našem osjećaju i mašti govori više, nego najfantastičnija bajka.

Vidio sam akt, koji su sastavili učesnici ekspedicije, koji su postavljali automatsku stanicu na otoku Jona.

Otok Jona — to je stijena nasred Ohotskog mora.

Do 10. rujna godine 1944. tamo su živjele samo ptice i morski lavovi.

Ali je 10. rujna otoku prišao brodić — to je bio drifter[1] »Kašalot«, nosivost 75 tona. On je dovezao automatsku stanicu i pet ljudi: načelnika ekspedicije poručnika Čelpakova, radiotelegrafistu Pješkova, i inženjera Goriljejčenka, Pavlova i Suražskog.

Ne ću da pričam svojim riječima o onome, što se kasnije desilo. Bolje je, da navedem nekoliko odlomaka iz spisa.

SPIS

Mi dolje potpisani . . . sastavili smo ovaj spis u slijedećem.

Montiranje stanice A R M S na o. Jona.

I. Počevši od 11. rujna do 29. rujna 1944. izvođeno je prenošenje uređaja stanice na vrh otoka (kota 165 metara) i njezino montiranje na navedenoj visini. Prenošenje

[1] Brod nošen površinskim strujama na moru.

stanice ukupne težine od 1,5 tone izvršili su neposredno učesnici ekspedicije, bez ikakvih sredstava za podizanje, uz okomite padine otoka.

Prenos tereta bio je skopčan sa stalnom opasnošću po život zbog stjenovitih i okomitih padina otoka i kamenih odrona jako ispucanog stijenja...

5. Postavljanje dviju radio-antena predstavljalo je značajne teškoće i bilo je vezano s opasnošću po život ljudstva ekspedicije zbog nemogućnosti korišćenja sredstava za dizanje na uskom grebenu s okomitim padinama.

Radovi na montiranju ARMS izvođeni su svakodnevno, bez obzira na kišu i vjetar, koji je dostizao 25 metara u sekundi, izuzevši 18. rujna, kad je zbog bure, koja je dostizala 12 poena, ljudstvo ekspedicije bilo zauzeto prenošenjem logora i spasavanjem imovine na višu točku.

Zbog bure od 17. do 20. rujna izbačena je iz stroja radiostanica ekspedicije.

Dana 25. rujna godine 1944. u 17 sati poslije dobivenih uputa ekspedicija je napustila otok i prešla na palubu ratnog broda »Vorošilov«, ostavivši uređaj ARMS u stanju normalnog rada.

Ovaj je spis napisan, kao što se obično pišu spisi — suhim protokolskim jezikom, s kancelarijskim izrazima, kao što su: »niže navedeni«, »dolje potpisani« i drugi. Pa ipak, čitajući ga, mi jasno sebi predočavamo kameniti otočić, obavijen maglom, i valove, koji se razbijaju o strme stijene.

Bura je bila tako jaka, da su valovi odnijeli šator u logoru, premda se on nije nalazio kraj same vode, nego na visini od 15 metara nad morem. Logor se moralo premještati još 15 metara više.

Stanicu su postavili na kamenitom grebenu, koji na najširem mjestu nije širi od dva metra.

Nije bilo lako raditi na toj kamenoj oštrici, boreći se protiv vjetra, koji je obarao ljude.

A kako li je bilo onima, koji su postavljali sprave na vrhu jarbola, viseći nad ponorom.

I eto, ekspedicija je napustila otok Jona.

Otok je ponovo postao nenaseljen. Čak su se i ptice prestale gnijezditi na njemu. Vjerojatno, nije im se svidjelo, što su njihove iskonske krajeve pohodili ljudi.

Na otoku je ostao jedino Robinzon-automat, automatski meteorolog i radiosignalist.

Punih se šest mjeseci njegov glas razgovjetno čuo u eteru. Zatim je njegov govor postao manje jasan i razgovjetan. Izgleda, da je snaga radioodašiljača bila nedovoljno jaka da bi odoljela svima radiosmetnjama.

Automatske su stanice postavljene svuda i na drugim mjestima — u Arktiku, na Pamiru, u Jakutskoj tajgi.

Jedna od ovih stanica, postavljena na obali Bijelog mora, na Rtu Veliki Gorodecki, otpočela je rad u rujnu godine 1945.

Točno godinu dana kasnije Rtu je prišao hidrografski brod »N. Knipović«. U goste Robinzonu-automatu došli su inženjeri i radiotelegrafisti. Oni su provjerili stanje njegova zdravlja, saslušali njegovu redovitu emisiju i sastavili spis o tome, da su sve našli u potpunom redu.

Robinzon-automat je radio bez pogreške i zastoja čitavih dvanaest mjeseci.

Napunivši akumulatore i zaključavši kućicu sa spravama, gosti su krenuli natrag.

I Robinzon-automat je opet ostao sam...

Mogu se konstruirati i male automatske stanice, koje će biti spuštane iz aviona.

U podu aviona otvara se kapak. Kroz otvor propada kutija sa spravama. Poklopac pada na jednu stranu, prazna kutija na drugu.

A sprava se padobranom spušta dolje.

To je mala radiometstanica.

Stanica aterira. Iz nje automatski izlazi antena. I počinje emisija.

Takva stanica može mnogo pomoći u ratu, kad je neophodno potrebno da se saznaju vremenske prilike u neprijateljskoj pozadini.

Ona može odigrati veliku ulogu i tamo, gdje treba izvidjeti teren za nadletanje nad neispitanim mjestima.

Sve ovo nalići na fantaziju. Ali je i ta fantazija bez izmišljotine.

Kad bi me upitali — kakva će biti meteoslužba za 50 godina, bio bih smjeliji od američkog meteorologa.

Rekao bih, da će za 50 godina, a možda i prije, po čitavoj zemljinoj kugli biti rasijane automatske radiolokatorske i samopisačke stanice. Stanice će raditi visoko u stratosferi i na dnu oceana. One će vidjeti sve, što se događa s uzduhom i vodom nad zemljom, na zemlji i pod zemljom. One će pričati o vjetru u stratosferi i o pomicanju leda u Arktiku, o kretanju podzemnih voda pod našim nogama i o dubinskim strujama pri dnu.

Tisućama umjetnih očiju, koje vide nevidljivo, motrit će čovjek na svoju planetu.

K tome se već ide.

Već i sada u tisućama mjesta najtočnije sprave danonoćno motre na život prirode. Neprestano se prenose po žicama i bez žice signali o kiši, snijegu, magli, poplavama i olujama.

Oni se prenose s meteoroloških i aeroloških stanica, s pomorskih, riječnih, jezerskih, močvarnih stanica, sa stanica, koje stoje u planinama i u pustinji, sa stanica automata i aviona za izviđanje vremena i izviđanje leda, s hidroloških brodova i ledolomaca.

Oni se prenose sa sjevera i s juga, s istoka i sa zapada — sa svih krajeva naše domovine i iz drugih zemalja sjeverne polutke.

Oni jure — ovi izvještaji stražara, koji ne skidaju oči s Vremena.

Deset milijuna izvještaja godišnje!

I eto, mi smo u središtu, u onoj točci, kamo teže signali. Mi smo ponovo pred vratima Centralnog instituta prognoze. Ovoga će se puta pred nama otvoriti vrata.

DEVETO POGLAVLJE

PUTOVANJE U SUTRAŠNJICU

»Sutra u Moskvi...«

»Sutra se u Moskvi, prema podacima Centralnog instituta prognoza, očekuje potpuna oblačnost, povremeno slabi talozi. Temperatura noću i danju oko ništice...«

Odakle službenici Centralnog instituta prognoza znadu, što će biti sutra?

Mi dobro vidimo ono, što se oko nas odigrava danas. Možemo se sjetiti, što je jučer bilo s nama. Ali budućnost — to je tako maglovito područje, da se ljudi tek sad uče, kako će u njemu napipati put.

Putovanje u sutrašnji dan!

Da li je ono moguće u stvarnosti, a ne u fantastičnom romanu, niti u mašti?

To može reći samo onaj, koji je osobno izvršio takvo putovanje.

Što nam pričaju putnici u budućnost — sinoptičari?

Oni nam kažu: da bi predvidjeli sutrašnji dan, moramo jasno vidjeti današnji. I vidjeti ne samo na jednom mjestu, u jednom gradu, nego na ogromnom prostoru.

Tisuće očiju motre na ponašanje vode i zraka na našoj planeti. I sve, što ove oči vide, stiče se u odsjek veze Instituta prognoza, sakuplja se tamo u obliku brzojavnih vrpca i listića s radiogramima.

Tisuće očiju na tisućama raznih mjesta vidjele su nešto. Sada treba sve to svesti na jednu sliku.

Ako nastavimo uspoređivati s očima i mozgom, možemo reći, da su iz očiju osjeti vida dospjeli preko nerava u mozak — u onaj odsjek, koji vlada vidom. I tamo se, od razdvojenih osjeta, od mrlja svjetlosti i boje počinje stvarati jedinstveni vidljivi lik.

Nije uzalud jedan veliki učenjak rekao, da mi vidimo mozgom.

U Centralnom institutu prognoza, odsjek u koji stižu signali s periferije, nosi skroman naziv: »Tehnički odsjek«.

Ako tamo zavirite, vidjet ćete velike stolove, za kojima sjede tehničari — popisivači. Ponekad su to sasvim mlade djevojke, koje su tek nedavno završile školu. Ali pogledajte samo, s kakvom one brzinom pregledaju svoju svakodnevnu poštu.

2804 85962 88729 32288 16202...

Djevojke s takvom lakoćom čitaju ovaj nemušti jezik brojki, kao da su to novine.

Prve brojeve nije teško razumjeti. 2804 — to je 28. dan četvrtog mjeseca — travnja. Slijedeća je tri broja isto tako lako razumjeti. 859 — to je broj stanice. Ali tehničar zna više od nas. On može po broju kazati, na kojem se kontinentu i u kojoj zemlji nalazi stanica.

Tehničar-popisivač bez teškoće nalazi stanicu 859 između kružića ubilježenih na karti.

Kružić je nađen. Sada treba unijeti na kartu, kakvo je vrijeme u tom kružiću.

Poslije broja stanice u brzojavu slijede brojevi:

62 88729

Ako ove brojeve pretvorimo u riječi, dobit će se evo što: »Oblaci donjeg kata niski, iskidani, oblaci lošeg vremena; u srednjem katu gust sloj stratokumulusa; vrijeme — u doba promatranja — ledena sugradica ili ledena sugradica s kišom; vidljivost — od deset do dvanaest kilometara; visina oblaka najbližih zemlji od 100 do 200 metara...«

Sve je to izraženo sa sedam brojki. Naš obični govor ovdje kao da je sažet u tabletu.

Ali, kako to predstaviti na karti?

Da napišemo riječima?

Ne ćemo imati mjesta. Jer na karti se ne nalazi samo jedna stanica, nego mnoge.

Nacrtati?

To je još manje ekonomičan način. Osim toga, ne može se sve predočiti slikom. Oblake bi još mogli nacrtati, ali kako da prikažemo vidljivost ili snagu vjetra?

Da ubilježimo vrijeme u obliku brojeva? Ponešto se može označiti brojevima, ali ako se služimo samo tako suhoparnim jezikom, ne ćemo dobiti preglednu sliku.

Tu moramo izvaditi još od starina iskušani, i sada još ponekad upotrebljavati način istraživanja misli slikama — hijeroglifima.

Kad su drevni Egipćani željeli napisati riječ »biti«, oni su crtali kukca, zato što je na egipatskom »kukac« — »hpr«, a »biti« također »hpr«.

Kukac — je hijeroglif koji označava riječ »biti«.

Mi se često koristimo jezikom hijeroglifa. Svatko zna, da dvije prekrižene munje na stupu znače: »Čuvaj se struje«, a mrtvačka glava s kostima na bočici — »otrov!«

Putnik u budućnost također pribjegava drevnom jeziku hijeroglifa, kad mu je potrebno da prikaže vrijeme na karti.

On potpuno osjenči kružić, koji označava stanicu. To znači: cijelo je nebo pokriveno oblacima. A ako je četvrtina kružića ostala svijetla, znači, da su zastrte samo tri četvrtine neba.

U malom je kružiću — kao u kapi vode — čitavo nebo.

U ovaj kružić tehničar-crtač docrta strelicu s dva perca na kraju. Strelica je usmjerena sa sjevera na jug. Znači, da duva sjeverni vjetar. A ukras od dva pera pokazuje, da je ocjena snage vjetra četiri.

Tehničar-crtač radi brzo. Pa i ne može drukčije: ovdje se računa sa svakom sekundom.

Kružić stanice sa svih strana obrasta brojevima i hijeroglifima. Jedni su znakovi nacrtani crnim tušem, drugi crvenim.

Obično, kad smo prisiljeni da pišemo čas crvenom, čas crnom tintom koristimo za to dva držala i dva pera. Ostavljamo jedno držalo i uzimamo drugo. No putnik u budućnost nema kada mijenjati konje. U njegova je kola upregnut par konja. On ima naročito držalo — s dva pera. Jedno je pero za crveni tuš, drugo — za crni. Držalo naliči na viljušku s dva zupca.

I pojmljivo, ovdje čovjek ne smije biti rastrešen, brkati boju ili mjesto broja.

Evo, recimo, crveni broj lijevo gore. To je temperatura. A crni broj desno gore — to je tlak. Ako se oni pobrkaju, ne će biti dobro...

Nekoliko trenutaka, i vrijeme je na stanici ucrtano, ubilježeno.

Sinoptičarevu iskusnom oku dovoljno je sada pogledati, pa da kaže, kakvi su oblaci nad stanicom, da li tamo pada kiša ili snijeg.

Ovaj jezik, ovu abecedu vremena zna samo mali broj ljudi. I u isto se vrijeme može reći, da je znaju po čitavu svijetu.

I kod nas u SSSR, i u Južnoj Americi i na otocima Oceanije, meteorolozi su dobro zapamtili, da je zvjezdica — snijeg, zarez — izmaglica, točka — kiša, cik-cak linija sa strelicom na kraju — oluja, tri crtice jedna iznad druge — magla. Linija, koja se najprije penje, a zatim pada — pokazuje, da je tlak u posljednjim satima najprije rastao, a zatim počeo padati. Polukrug označava kumuluse lijepog vremena. A ako je nad polukrugom nešto nalik na nakovanj — to su oblaci pljuska.

I karta je popunjena. Na njoj je nekoliko stotina stanica. I pokraj svake stanice tiskaju se crni i crveni znakovi i brojevi.

Od ovih mrlja, koje su razgledale tisuće očiju, mozak sada mora sastaviti vidljiv lik. Pet stotina djelića mozaika mora se sliti u jednu sliku.

Gdje se to radi?

U sobi glavnog sinoptičara.

Sinoptičar gleda na kartu

Karta leži pred sinoptičarom. On je brzo pregleda, tražeći područja, koja zauzimaju pljuskovi, kišice, magle.

U sinoptičarevim je rukama zelena olovka. On zelenim »ptičicama« označuje — mjesta, koja zauzimaju oblaci pljuska. Crta zelene trokute tamo, gdje padaju pljuskovi. A tamo, gdje sipi kišica, on stavlja veliki zeleni zarez.

Zatim uzima žutu olovku i sjenči područja, koja zauzima magla.

Ova područja, koja on označava na karti, obuhvaćaju u isto vrijeme mnoge stanice. Sinoptičar kao da se bavi slaganjem stotine lokalnih vremena u jedno vrijeme čitave države.

Razgledajući kartu, on na njoj traži, kao po skrivačici, gorostasna tijela zračnih masa, koja se kreću po planeti.

Nije teško opaziti na skrivačici zvijer, drvo, pticu; ne mora čovjek biti botaničar, pa da u drvetu s bijelom korom prepozna brezu.

Međutim, zračnu masu nije tako lako naći i prepoznati. Jer ona zauzima prostor od tisuće kilometara. Usto se ona i ne vidi. Vidi se samo njezino breme oblaka i magle, koje nosi sa sobom.

Treba znati vidjeti zračnu masu i prepoznati je po tom bremenu.

Gdje su kišni oblaci i pljuskovi, tamo se hladna masa kreće nad toplim morem ili nad kopnom ugrijanim sunčanim zrakama.

Zrak se tu grije od zemlje i brzo se diže uvis, noseći sa sobom svoj nevidljivi teret — vlagu. A u visini je hladno, tu vlaga postaje vidljiva, pretvara se u snažne kišne oblake. Vrijeme postaje promjenljivo, prolaze pljuskovi i oluje. Pljusak se izlije, i nebo je opet vedro.

Oblaci koji nose pljusak i pljuskovi — zelene »ptičice« i trokuti na karti — to su znakovi za hladne i promjenljive mase, kao što je bijela kora — znak za brezu.

A zeleni zarezi i žuto osjenčenje — to su kišice i magle, to su oznake tople mase, koja se kreće iznad hladne

zemlje. Topli zrak postaje hladniji i teži blizu zemlje. On se ne može dići, on leži na zemlji, kao težak pokrivač. I vlaga, koju je on donio, odvaja se od njega, zgušnjava se od hladnoće, u obliku sitne dosadne kišice, koja sipi, ili u obliku bijelog sloja magle.

Tako se od toplog daha zamagljuje hladno staklo.

Ovdje ne čekaj skoru promjenu vremena. Vrijeme je postojano, nebo će još dugo biti tmurno.

I sinoptičar počinje na karti raspoznavati hladne i tople mase.

Njemu u tome pomažu i vijesti koje dolaze s aeroloških stanica. Tamo na aerološkim stanicama, zračnu masu dvaput dnevno ispituju radiosondama, gledaju, kakav je njezin tlak, kakva je temperatura i vlaga na visini od sedam kilometara, pet kilometara, od tri, od dva, od jednog kilometra.

Na stanicama motre i na vjetar u visini — prema kretanju oblaka ili pilot-balona.

Kad svi ovi podaci dođu u Centralni institut prognoza, tamo unose u sinoptičku kartu, osim prizemnog vjetra, i vjetar, koji šeta po nebu. Crvene strelice pokazuju vjetar na visini od 3 ili 4 kilometra, plave — na visini od 8 kilometara ili približno toliko.

Ali osim toga sastavljaju se i naročite aerološke karte i grafikoni.

Na jednim se kartama vidi, kakav je tlak visoko nad zemljom, kakve su tamo barometarske planine i ulegnuća.

Na drugim su kartama prikazani jezici toplog i hladnog, suhog i vlažnog zraka, koji se protežu u visini od sjevera k jugu, od juga na sjever ili u bilo kom drugom pravcu.

Da bi sinoptičar mogao sagledati sav atmosferski omotač, njemu su osim karata potrebni i presjeci.

Svakoga dana u Institutu prognoza vrše se kirurške operacije: atmosfera se sječe po linijama, koje idu preko cijele Evrope — od Madrida do Moskve, od Hamburga do Kujbiševa.

S lijeve se strane na presjeku uzdižu zupci Pirineja, s desne strane leže naše ravnice.

A iznad svega toga protežu se valovite krivulje, koje pokazuju temperaturu i vlažnost u visini.

Sastavljaju se i naročiti grafikoni, po kojima sinoptičar odmah određuje, kako su raspoređene nad zemljom stabilne i nestabilne snage zraka.

Ali što da smatramo stabilnim, a što nestabilnim?

Uteg na podu je stabilan. On se ne može sam podići, ako ga vi ne podignete.

A zračni balončić je nestabilan: on se otima naviše i vuče za sobom vašu ruku.

Tako je i kod zraka. Stabilna se masa prostire po zemlji. Ona se može podići samo onda, kad dođe druga, teža masa i digne je na svojim leđima.

To se događa, kad topli zrak leži na hladnoj zemlji, a sa sjevera naglo dođe hladni zrak i uzbacuje ga uvis.

Nestabilna se masa sama od sebe diže uvis. Ona ima uzgon kao zračni balon. To se događa i kad se ljeti hladni zrak ugrije od vrele zemlje. Tada zrak ima ogromnu energiju. Pred nepogodu mi vidimo svojim očima, kako se snažna zračna struja diže sve više i više, gomilajući gotovo do stratosfere teške olujne oblake.

Stabilnu masu možemo razlikovati od nestabilne čak i bez sprava, osim ako običnom dimnjaku ne damo poštovano ime sprave.

Kada se dim prostire po zemlji, i domaćice se žale, da slabo vuče, masa je stabilna. A ako dim ide iz dimnjaka ravno naviše kao stup, masa je nestabilna.

Ali na visini od pet ili osam kilometara nema dimnjaka. Tamo se bez pravih meteoroloških sprava ne može nikako biti. Prema iskazima sprava izrađuje se aerološki grafikon, koji kazuje, kakvi su slojevi u visini — stabilni ili nestabilni. Grafikon pokazuje sinoptičaru, da li zračna masa ima mnogo energije. Zato se ovaj grafikon i zove »emagrama«. »E« je energija, »Ma« je masa.

Razgledajući aerološke grafikone, ucrtne na raznim mjestima — od Grönlanda do Beringova tjesnaca — sinoptičar vidi čitav zračni omotač.

Tako se ljudi uče gledati planetarnim pogledom, koji obuhvaća prostor do same stratosfere, u visinu i na tisuće kilometara po zemljinoj površini.

Međutim, na sinoptičkoj karti, na toj zagonetnoj slici — još sve nije jasno. Zasad se samo naziru konture toplih i hladnih, stabilnih i nestabilnih masa. Još se ne vidi, kakve su to mase, odakle su porijeklom, da li su one nastale nad kopnom ili nad morem, negdje tamo u Arktiku, ili u tropskom pojasu.

Tropski zrak nimalo ne naliči na arktički. Tropski je zrak — topao, a arktički — hladan.

Sinoptičar gleda, na kojim je stanicama visoka temperatura.

U akciju stupa crvena olovka i sjenči topli tropski zrak.

A zatim crvena olovka ustupa mjesto plavoj. I na karti se ocrtavaju područja zauzeta hladnim zrakom Arktika.

Na karti se počinju ocrtavati figure ličnosti, koje imaju uloge, s poznatim imenima: AZ, TZ i PZ — arktički, tropski i polarni zrak.

Tamo, gdje se topli zrak susreće s hladnim, padaju velike kiše. Topli zrak kao da se penje na leđa hladnome i, hladeći se, gubi svoju vlagu.

Sinoptičar traži na karti mjesta, potpuno zauzeta talozima, i boji ih zelenom olovkom. Gdje je prošla zelena olovka, tu je granica među masama.

Karta postaje sve jasnija i jasnija. Na njoj se već vide zračne mase; ocrtavaju se i granice među njima.

No granice su povučene još odveć nejasno. Još je teško reći, gdje se zapravo susreću mase, gdje prolaze fronte među njima.

Sinoptičar zna: kad se fronta približuje, tlak pada, a kad se fronta udaljuje, tlak počinje rasti ili barem ne pada tako naglo.

Na karti uz svaku stanicu postoji znak, koji pokazuje, da li tamo tlak pada ili raste.

Sinoptičar spaja točkicama sve stanice, gdje su ti znakovi jednaki. Na karti se ocrtavaju područja povećanja i padanja tlaka.

Sada se barem približno mogu označiti fronte.

U akciju stupa crna olovka, koja navlaš označava linije frontâ.

Tako sinoptičar pretresa jedno za drugim sva obilježja vremena: taloge, oblik oblaka, temperaturu, vlažnost, vjetar.

Pri prijelazu preko fronte strelice, koje pokazuju vjetar, naglo skreću, mijenjaju pravac. Znači, i vjetar može korisno poslužiti sinoptičaru.

Sinoptičar ne zaboravlja ni na barometar. On spaja crnim linijama — izobarama — mjesta s istim tlakom.

I na karti se već ocrtavaju ulegnuća ciklona i uzvišice anticiklona.

Već se jasno vidi, kako se fronte izvijaju u valovima. Na jednom mjestu val tek raste, na drugom se njegov greben već naglo spušta. Već se može točno uočiti, gdje topli zrak nalijeće na hladni, penjući se lagano uz njegovu strmen, i gdje se odigrava burni nalet hladnog zraka na topli.

Sinoptičar crvenom olovkom označava toplu frontu, a plavom hladnu...

Prvi je dio posla završen. Sinoptičar je sagledao vrijeme na prostoru čitavog kontinenta ili čak čitave polutke.

On je vidio, kako su jutros u sedam-nula-nula zračne mase na planeti bile raspoređene.

Ali to je, poslužimo li se jezikom liječnika, samo dijagnoza.

A sinoptičar treba da dade i prognozu.

Njemu nije dopušteno da samo vidi, on mora i da predvidi.

Ona zna, kakvo je bilo vrijeme danas u sedam sati ujutro. Ali on mora kazati i kakvo će ono biti sutra — u sedam sati uveče, poslije 36 sati.

Sinoptička karta, popunjena, obilježena znakovima i obojena olovkama svih boja, samo je aerodrom za let u sutrašnjicu.

Kako da izvedemo taj let?

Kako da pobijedimo vrijeme?

Kad gledamo na fotografiju, mi vidimo zaustavljen časak.

Ako pred nama nije fotografija, nego filmska vrpca, mi već možemo razgledati ne jedan, nego više časaka. Mi vidimo pokret, vidimo vrijeme.

Na jednom je snimku čovjek pružio ruku. A na slijedećim je snimcima ova ruka već dodirnula knjigu. Mi vidimo, da čovjek ne stoji naprosto ispružene ruke, nego se sprema da uzme knjigu s police.

A ako se film i prekine, mi se ipak možemo dosjetiti, da će on, veoma vjerojatno, skinuti knjigu s police.

Obilježena znakovima, proanalizirana sinoptička karta — to je uhvaćeni časak, to je trenutni snimak, fotografija zračnih masa.

Da bismo vidjeli mase u pokretu, treba uzeti ne jednu današnju kartu, nego nekoliko karata — za jučerašnji i za prekjučerašnji dan.

Promatrajući karte jednu za drugom kao snimke u kinematografu, sinoptičar vidi, da su se zračne mase kretale po zemlji prije nego što su se rasporedile onako, kako su jutros bile raspoređene. A to mu pruža mogućnost da sazna, gdje će one biti sutra.

O vlakovima i ciklonima

Zračne se mase kreću po zemlji kao vlakovi. Prateći po karti njihovo kretanje, možemo pokušati da izračunamo čas njihova dolaska.

Eto, negdje na sjeveru, iznad Barencova ili Karskog mora kreće prema nama arktički zrak. Mi ćemo saznati za njegov dolazak, kad opazimo nad glavom svijetlo, plavo nebo, kad nas hladnoća natjera da podignemo okovratnik i natučemo kapu, kad daljina postane prozračnija od kristala, a sjene na snijegu postanu oštre i razgovjetne.

Zašto da putujemo na Novu Zemlju? Ona je sama došla do nas. Ili, još točnije, ne ona, nego njezin zrak.

U proljeće arktički zrak nosi sa sobom noćne mrazove. On nas čak i u lipnju može podsjetiti na zimu, na sjever, iznenadnim snijegom.

Ali zasad je još daleko. Na peronu se nalazi drugi vlak — kontinentalni polarni. Vrijeme je natmureno, nebo je prevučeno sivim razastrtim oblacima — kao strop željezničke stanice, pokriven dimom iz dimnjaka lokomotiva.

A negdje na jugu — nad Crnim morem — kreće se tropski zrak, noseći na Krim i na Kavkaz tovar vlage sa Sredozemnog mora i sitnu prašinu iz afričkih pustinja.

Razastrvši preda se četiri posljednje karte, sinoptičar vidi, kako se arktički, polarni i tropski zrak kreću jedan za drugim, po našoj domovini.

Kad će nam doći arktički zrak?

To zavisi od toga, kako se kreće — ekspresom ili teretnjakom.

Obični vlak vuku točkovi lokomotive. A kod zračnog vlaka nema lokomotive. On se kreće naprijed samo zato, što je put pod nagibom. Na nekim je mjestima niži tlak, na drugim viši. I što je strmiji nagib, tim se brže kreće zrak.

Na karti vremena obilježavaju crne linije izobara uzvišice i ulegnuća, maksimume i minimume tlaka. Gdje se izobare tijesno tiskaju jedna uz drugu, tamo je nagib veći, tamo se zračni vlak mora brže kretati. A gdje su izobare široko razmaknute, brzina zračnog vlaka mora biti manja.

Ostaje nam da izračunamo brzinu prema nagibu.

Da ne bi gubili vrijeme na proračune po formulama, sinoptičari koriste ravnalo, koje je napravio meteorolog Taborovski. Ravnalo je napravljeno od prozirna celuloida. Na njemu je nacrtana krivulja, koja pregledno pokazuje, kako se smanjuje brzina zraka u vezi s povećanjem razmaka među izobarama.

Sinoptičar prinosi ravnalo fronti i, izmjerivši razmak među izobarama, odmah nalazi na krivulji točku, do koje će fronta dospjeti za šest sati.

On to može saznati i jednostavnije, ako pretpostavi, da će se fronta i dalje kretati istom brzinom kao i dosad. Za posljednjih šest sati fronta je prešla 300 kilometara. Zar ne možemo računati, da će i za slijedećih šest sati prijeći isto toliko?

Pretpostavljati, naravno, možemo sve, što nas je volja. Ali je uvijek bolje, kad čovjek od pretpostavke ide k stvarnosti.

Namjesto da nagađamo o brzini vlaka, nije li bolje da brzojavno upitamo, ide li brzo?

Tako radi i sinoptičar. Pokraj karata o vremenu na njegovu se stolu nalaze i aerološke karte i grafikoni. Na aerološkim stanicama promatrači ne nagađaju o brzini zraka, nego je promatraju i mjere, pazeći na kretanje pilot-balona i radiosondi na nebu.

S proračuna i pretpostavki sinoptičar prelazi na prirodu.

I to je ispravno. Jer mi u svojim proračunima obično pojednostavljujemo zadatak. A mi imamo pravo na pojednostavljenje samo onda, kad se ujedno i pitamo: a kako to u stvari biva?

Jer, na primjer, mi smo pretpostavili da naš zračni vlak ide ravno, ne mijenjajući ni brzinu ni smjer.

Ali koji vlak uvijek ide ravno? Nailazeći na planinu, on je obilazi ili se probija kroz nju tunelom tamo, gdje je to zgodno. Vlak čas usporava, čas ubrzava kretanje. Usput se njegov sastav mijenja: neke vagone otkopčavaju, druge prikopčavaju. Na stanicama ulaze i izlaze putnici. Nosači unose i iznose prtljagu.

Zračne se mase također ne ponašaju uvijek i svuda podjednako. Kad naiđu na planine, one ih obilaze ili prelaze preko grebena. Događa se i to, da visoke planine priječe put zračnoj masi.

Da nije Kavkaza i Alpi, ledeni arktički zrak ne bi bio rijedak gost u onim krajevima, gdje rastu naranče — u Zakavkazju, u Italiji. I tada teško da bi tamo mogle naranče rasti.

U Sjedinjenim se Državama stanovnici Teksasa žale, da između njih i pola nema drugih zapreka, osim ograda od bodljikave žice. Hladan vjetar sa sjevera nesmetano prodire u vrtove teksaskih farmera i uništava stabla.

Usput zračni vlak ne ostaje neizmijenjen. On uzima teret vlage nad Oceanom i predaje ga kopnu. Krećući se

sjeveru, on nosi u tundru toplinu južnih stepa. Prolazeći nad pustinjom, on uzima sa sobom teret pijeska i prašine.

Prašina iz Sahare prelazi ponekad tisuće kilometara. I negdje tamo kraj Kanarskih otoka pomorci se čude, što je paluba njihova broda prekrivena sivim slojem prašine, poput poda neke tvornice cementa.

Sa zračnim se vlakom događaju usput najneočekivaniji preobražaji.

Sjetite se na putovanje »Morskog polarnog« iz Seattlea u Dakotu. On kreće na put s teretom vode iz Tihog oceana, a dolazi u Dakotu prazan. Gotovo sav svoj teret on ostavlja na padinama Kaskadskih i Stjenovitih planina.

Na sve ovo ne zaboravlja ni sinoptičar, kad pokušava proreći, gdje će zrak biti sutra i što će taj zrak donijeti sa sobom: vlažno ili suho vrijeme, toplinu ili hladnoću.

Usporedio sam zračnu masu s vlakom, koji ide po zemlji, noseći sa sobom teret oblaka i magle.

Ali svaka usporedba ima svoje granice.

Vlakovi se rijetko sudaraju međusobno. Sudar vlakova ne ulazi u vozni red. A zračne mase stalno nalijeću jedna na drugu. Kad hladna teška masa naiđe na laganu, toplu, ona je pokušava podignuti i skrenuti je s puta.

Među zračnim masama počinje borba na ogromnoj fronti. Preko fronte prelaze valovi; od grebena jednog do grebena drugog stotine su kilometara.

Kad sinoptičar gleda na svoje karte i sravnjuje ih, on vidi, kako se valovi kreću jedan za drugim. On naliči na čovjeka, koji gleda na more. Ponekad su na moru mali valovi. A događa se i to, da čitavo more postaje bijelo od pjenušavih valova. Grebeni valova padaju, ruše se, razbijajući se u pjenu.

Zračni je ocean isto tako promjenljiv kao i vodeni.

Ogromni se valovi podižu, ruše, pretvaraju se u vihore, u ciklone.

To svatko od nas osjeća, jer ti valovi prelaze preko krovova naših gradova. Gdje se val počinje kovitlati kao vihor, gdje prolazi ciklon — tamo bjesni nevrijeme, tamo vjetrovi i vihori širom otvaraju vrata na kućama i trude se da skinu kapke sa šarki.

Mi ne možemo da ne osjetimo ciklon, kad on dopre do nas. A sinoptičar unaprijed vidi njegovo približavanje. On vidi, kako ciklon raste i mijenja se, proživljujući za nekoliko dana čitav život — od mladosti do smrti, do iščeznuća. Za ciklon se tako i kaže — »mladi ciklon«, kao da je on živo biće.

Ako je ciklon mlad i pun energije, on može do nas stići za 24 sata. No ako su mu sati odbrojeni, poginut će negdje na putu.

Cikloni idu u povorci. U vrijeme, kada stari ciklon na istoku, u Povolžju, završava svoje dane — drugi na zapadu kraj obala Islanda tek počinje živjeti.

Da bi proricali vrijeme, moramo znati, kako žive i umiru cikloni.

Zbog pojednostavljenja usporedio sam zračne mase s vlakovima. U stvarnosti pak ne biva tako jednostavno.

Zračne se mase ne mogu mehanički premještati po karti, kao vlakovi po tračnicama. Sinoptičar mora dublje ući u fiziku vremena, u suštinu onoga, što se događa u masi atmosfere.

Gledajući na svoju sinoptičku kartu, on vidi crvene i plave strelice vjetrova u visini. Ako se strelice negdje razilaze, znači, da se tu zrak pomiče ustranu, tlak pada, sve dublje postaje ulegnuće — ciklon.

Uzvisine i ulegnuća tlaka na aerološkoj karti; jezici hladnog i toplog, suhog i vlažnog zraka govore sinoptičaru, kako se kreću zračne mase, cikloni, anticikloni.

Emagrama upozorava na nepogode, govori mu o energiji, koja se nalazi u zračnoj masi, o snagama, što stvaraju vrijeme.

Sinoptičar treba da mnogo zna. On mora biti poznavalac ne samo vremena, nego i poznavalac klime.

Klima će mu uvijek ukazati na granice, koje vrijeme u svom lutanju po zemlji ne može prekoračiti.

U Moskvi se u svibanjskim danima ne pojavljuju hladnoće od deset stupanja. A u lipnju se živa na moskovskim uličnim termometrima ne može popeti više od četrdeset stupanja.

To kaže nauka o klimi.

Ali što je to nauka o klimi?

To je sažeto, uopćeno iskustvo promatrača, koji su pratili vrijeme u toku mnogih decenija.

Znači, sinoptičar ne treba da pamti samo jučerašnji dan. Da bi putovao po vremenu u budućnost, treba da umije ići i na suprotnu stranu — u prošlost. A to je naročito važno za one, koji pokušavaju unaprijed proreći vrijeme ne samo za 24 sata, nego za sedmice i mjesece.

Predviđanje budućnosti

U Centralnom institutu prognoza, uz sobu, u kojoj rade sinoptičari-kratkoročnici, nalazi se druga soba, u kojoj se sastavljaju prognoze dužih rokova.

Kratkoročni sinoptičari ne pokušavaju ići dalje od sutrašnjeg ili preksutrašnjega dana.

A dugoročni sinoptičari idu odmah u slijedeću sedmicu, u slijedeći mjesec, iz studenoga u prosinac.

Ljudi od davnine pokušavaju proreći vrijeme i na kraći i na duži rok. Dugoročna prognoza, zasnovana na nauci, pojavila se tek sada. A narodni znakovi postoje od pamtivijeka.

Kad seljak kupuje konja ili kravu, on gleda, kakve osobine imaju. O tome, da li je krava mljekulja ili nije, on sudi po nekim tajanstvenim »vrelima« ili »izvorima« o kojima građanin nema ni pojma.

I o vremenu seljak često sudi po znakovima. Vrijeme, kao i krava, može prehraniti, a može i upropastiti.

Da li će ljeto biti sušno ili kišovito, rodno ili nerodno? Da li će se sijeno osušiti ili će zbog kiše istrunuti?

Tokom stoljeća seljaci su pokušavali uočiti predznake dolaska kiše, suše, mrazova.

Pipanjem — bez nauke, ali ne i bez pronicljivosti, oni su uočavali ponavljanje pojava, ritam u prirodi.

Gledali su, kako se u proljeće otvaraju lisni pupoljci na drveću, da bi saznali, hoće li ljeto biti sušno. Uveče, gledajući na nebo, na večernje rumenilo govorili bi: »Su-

tra će biti vjetar« ili »noćas može biti i mraza, krastavce treba pokriti!«

Vrana grakće — pred kišu. Laste nisko lete, samo što ne dodiruju krilima zemlju — opet ne može biti bez kiše. A ako se dižu visoko, bit će vedro.

Fet je nekada pisao:

Očekuj sutra vedar dan,
Bregunice promiču, zvone.
Grimiznom trakom obasjan
Prozirni zapad blista.

Postoje i hidrološki znakovi. Ako u vrijeme posta, na dan Jevdokije, kokoš može kod praga piti vodu, snijeg će se brzo otopiti, bit će rano proljeće.

Dani su, pored imena, dobivali i nadimke: »Jevdokija — ovlaži prag«, »Darja — pridigni skute«, »Aleksije — potoci s planine«, »Samson — sjenognoj«[1].

Zašto je Samson sjenognoj? Zato, što će kiša, ako padne o Samsonu, padati šest sedmica.

Gledali su na mlad mjesec, kako izgleda. Ako su mu rogovi okrenuti naniže, tako da se vjedro može objesiti, čitav će mjesec biti kišovit.

Stari ljudi — stručnjaci za znakove — provjeravali su svoje prognoze time, da li im »sjevaju« kosti, da li ih bole žuljevi. Čovjek također osjeća vrijeme, ništa gore od vrane ili laste.

U narodnim znakovima ima uvijek i zrno istine, ali je u njima mnogo više praznovjerja.

Ljudi su vračali o prirodi uzduž i poprijeko. A da ne vračaju, nisu mogli: njima je isto toliko bilo potrebno da umiju proricati vrijeme, koliko i da umiju razlikovati dobru kravu od loše.

Sad je dugoročna prognoza još potrebnija. Ta danas je čovjek prisiljen da ima posla s vremenom ne samo u polju i u šumi, nego i na oceanu, i u zraku i pod vodom. Čovjekov je rad postao beskrajno raznovrsniji, nego što je ikad bio. A ukoliko je opseg rada veći, utoliko je u njemu više

---

1 Vlažno, kišovito vrijeme.

plana i organiziranosti, utoliko je ljudima potrebnije da predvide budućnost.

Teška je to stvar — predviđanje budućnosti, ovladavanje vremenom.

Čovjek se u svijetu triju dimenzija kreće lako: i putem, i bez puta, i po kopnu, i naviše, i naniže i bilo na koju stranu. A putem vremena on se tek uči hodati. On već daleko prodire u prošlost, kad vrši iskapanje u zemlji i proučava drevne rukopise. A put u budućnost mnogo je teži.

Nekad su Fitzroya nazivali šarlatanom zato, što je pokušavao prodrijeti u sutrašnji dan.

Danas pak imenom šarlatana često časte one, koji pokušavaju ići u budućnost dalje od sutrašnjeg dana.

Godine 1931. bio je u časopisu Engleskog kraljevskog društva objavljen članak meteorologa Charlesa Douglas. U tom je članku bilo rečeno: »Ne treba forsirati prognoze na dug rok. One često graniče sa šarlatanstvom.«

Pa ipak se našlo ljudi, koji se nisu uplašili od toga, da će biti proglašeni šarlatanima. Oni su se latili upravo onog posla, koji, po mišljenju mnogih uvaženih profesora, nikako nije trebalo forsirati.

Ovi tvrdoglavi ljudi prebirali su gomile zaprašena papira. Oni su pregledali tisuće starih tablica i karata, koje su sinoptičari-kratkoročnici davno već bacili u arhiv. Ako je karta starija od tri-četiri dana, ona već nije potrebna kratkoročnom sinoptičaru. Ali ono, što nije potrebno jednome, može biti dragocjen materijal za drugoga.

U dugogodišnjim promatranjima, u dugim redovima brojeva sinoptičari-dugoročnici su tražili put k budućnosti. Uspoređujući brojeve, oni su se trudili da naiđu na pravi trag, da shvate, nema li u tim brojevima nekog pravilnog ponavljanja.

Takvo ponavljanje ponekad pada u oči.

Jer eto, na primjer, poplave su se u Lenjingradu dešavale kao po rasporedu, svakih sto godina: godine 1724., 1824. i 1924.

Najtoplije godine u Evropi ponavljale su se svakih 45 godina:

1778. — 1823. — 1868. — 1913.

Kad su ljudi vidjeli ovaj niz brojeva, povjerovali su, da je ključ za budućnost ili, u najmanju ruku, jedan od ključeva već u njihovim rukama. Treba prikupiti čitav svežanj ključeva, i otvorit će se vrata u budućnost.

A je li to tako?

Može li se sa sigurnošću tvrditi, da će se slijedeća poplava u Lenjingradu desiti godine 2024. i da će najtoplija godina u Srednjoj Evropi biti 1958.?

Ne, to bi bilo odveć jednostavno rješenje zadatka.

Kad kocka u igri tri puta uzastopce padne sa šesticom na više, to ne znači, da će ona i četvrti put pasti isto tako.

To što se nama čini, da je zakon, može biti samo slučajna podudarnost.

Tu se čovjek može lako naći u položaju onih igrača na ruletu, što u nizovima brojeva pokušavaju naći zakone, koji upravljaju dobitkom i gubitkom.

Ali kako da razlikujemo slučajno ponavljanje od onog, koje nije slučajno?

Ako se ponavljanje ne događa slučajno, ono mora imati neki razlog.

A razlog se može naći tek onda, kad iza brojeva vidiš prirodu i pobrineš se da pronađeš vezu među pojavama, a ne samo među brojevima.

O Velikom i Malom vremenu

U ono doba, kad su se neki učenjaci trudili da u statistici i brojevima nađu ključ za prognozu vremena na dugi rok, bilo je i drugih, koji nisu zaboravljali, da brojevi ne smiju zaklanjati prirodu od istraživača.

Oni su pažljivo proučavali mehanizam planeta, da bi shvatili, kako se na zemlji stvara Veliko vrijeme — ne vrijeme za jedan dan ili za jedan grad, nego vrijeme čitavih kontinenata i sezona.

Sovjetski meteorolog B. P. Muljtanovski prelistavao je stare karte vremena, da bi pronašao, kako se kreću po zemlji zračne struje, postoji li neka pravilnost u njihovu kretanju, ima li vrijeme raspored, i kako se on mijenja.

Sve je to trebalo razjasniti. Ali je tu nastala teškoća. Obična je karta vremena bila karta jednoga trena, trenutni snimak. A Muljtanovskom je bilo potrebno da vidi vrijeme mnogih dana. Prema tome, trebalo je iz mnogih karata sastaviti jednu zbirnu kartu.

Ali je na običnoj karti i bez toga toliko znakova, da od njih čovjeku treperi pred očima. Ako bi Muljtanovski jednostavno skupio ove znakove zajedno, dobilo bi se nešto nalik na ikru od znakova.

Ustanovilo se, da za Veliko vrijeme nije potrebna samo naročita karta, nego i vlastita abeceda — jednostavnija, s malo slova.

Muljtanovski je odlučio, da na zbirnoj karti ostavi samo ono najglavnije — ono, što se na običnoj karti vremena pojavljuje tek na kraju sinoptičareva rada. On je svijetlim kružićima prikazao anticiklone, crnim kružićima — ciklone, strelicama — putove i jednih i drugih.

Ukoliko se zbirna karta popunjavala, crni su se kružići skupljali pokraj crnih, formirajući prostrana višednevna ulegnuća — polja niskog tlaka. A svijetli su se kružići skupljali zajedno, ukazujući na uzvisine — polja visokog tlaka.

Muljtanovski je pazio na to, kako se mijenja ovaj pejsaž, kako se premještaju uzvisine i ulegnuća. Pejsaž se mijenjao sporo. Crni i svijetli kružići su se kretali u okviru svojih polja, ne prelazeći njihove granice. Ali se pejsaž svakih pet do osam dana preobražavao: gdje su bila prostrana ulegnuća, nastajale su uzvisine.

Jasno je bilo, da ovaj promjenljivi zračni pejsaž ipak nije tako promjenljiv. On po nekoliko dana zadržava svoje crte. A zajedno s njim zadržava svoje crte i vrijeme. Ono se mijenja u skokovima, a ne postepeno — svakog časa, već svakog »prirodnog sinoptičkog perioda«. Tako je Muljtanovski nazvao tu novu mjeru vremena.

Ali od zračnog pejsaža, od nagiba barijskih planina zavisi i kretanje zračnih struja. Dok se pejsaž ne mijenja, zračni vlakovi idu jednim putem. A čim se pejsaž preobrazi, kretanje prelazi na drugi put.

Kakav je to put?

Muljtanovski je počeo unositi u kartu putove anticiklona i ciklona, i ustanovilo se, da postoje izvjesne glavne magistrale, kojima se oni kreću.

Te se magistrale pružaju po karti kao željezničke linije, vezujući Sjeverni rt s Kujbiševom i Kazahstanom, Azorske otoke s Krimom, Karsko more s Donjom Volgom. Po nekim je magistralama saobraćaj veći, po drugima manji.

Glavne stanice, na kojima se formiraju zračni vlakovi nisu raspoređene kako bilo, nego na određenim mjestima. Cikloni koji idu u Evropu formiraju se najčešće negdje kod Islanda, anticikloni — u subtropskom pojasu — kod Azorskih otoka, ili pak iza polarnog kruga.

Muljtanovskom je bilo jasno, zašto se sve to odigrava upravo tako, a ne drugačije.

On je dobro znao, kako je uređen stroj planeta. On kao da je vlastitim očima vidio, kako sunčana energija i gravitaciona snaga zemlje pokreću ogromne točkove cirkulacije. Ti točkovi neprekidno tjeraju zrak od ekvatora k subtropskom području, stvarajući tamo tamu i tlak, gomilajući barijske planine, čitav pojas visokog tlaka. I isti ti točkovi cirkulacije stalno prebacuju zrak s ekvatora i iz subtropskog pojasa dalje — k polovima — i izručuju ga na polarne zemlje. A između ta dva grebena anticiklona, nastaje ciklonsko ulegnuće.

Od polarnih i subtropskih planina tlaka odvajaju se lavine — anticikloni — i puze po zemlji. Jedni nam dolaze s Azorskih otoka, donoseći toplinu subtropskog pojasa. Drugi prodiru u našu zemlju iz polarnih zemalja, noseći sa sobom snijeg i mrazove.

Kretanje se ne vrši kako bilo, nego po magistralama, po onim »osima«, kojima je Muljtanovski dao imena, nalik na željezničke linije: Norkapska os, Karska os, Kanjinska os...

I u prostoru i u vremenu to kretanje ima određen red. Svakih 5—6 dana nastaje prijelaz na novi put. I svaka sezona uvodi nov vozni red.

Na početku zime, kad se sjeverna mora prekriju ledom, a tundra prevuče snijegom, otpočinju pojačano raditi polarne stanice za formiranje — polarnog »središta utjecaja«. U tami arktičke noći, nad snijegom i ledom formiraju se zračne mase i idu na jug, noseći sa sobom prve hladnoće, prve mećave...

Zimi stupa u akciju sibirsko »središte utjecaja«. Kao ogroman hladnjak, sibirski snijeg hladi zrak nad sobom. I taj zrak sve češće prodire k nama, goneći nas da bolje ložimo peći.

U proljeće sunce prevladava. Izravnava se velika razlika između sjevera i juga. Sibirski hladnjak prestaje radom. Na polarnoj ranžirnoj stanici rad slabi. Hladan sjeverni zrak sve rjeđe prodire u naše krajeve.

Glavnu ulogu u kretanju počinje igrati Azorsko središte utjecaja. Topli valovi idu s jugozapada, s juga i pomažu suncu da otapa snijeg po poljima i da lomi led po rijekama. Zajedno s toplim valovima dolijeću i čavke. I tada, čak i onaj, tko ništa ne zna o anticiklonima, o kretanju zračnih valova, misli, kad čuje glas čavki: »Evo i proljeća, gle, i čavke su doletjele«.

Neposredno za toplim valovima prolazi i posljednji hladni val, koji budi iz sna cremsu i prisiljava je da cvjeta.

Svaka kreštava čavka i svaka čupava grančica cremse kao neke točne meteorološke sprave govore nam o kretanju toplih i hladnih struja.

A u jesen, kad našu zemlju počnu zapljuskavati valovi hladnoće, pred tim valovima lete divlje patke i guske. Posljednja pak jata, kao da izlijeću iz mećave.

Čitava priroda oko nas — to je i laboratorij, gdje se vrše sve novi pokusi, i opservatorij s mnoštvom sprava.

I biljke i ptice su — sprave.

Ima biljki koje pokazuju vrijeme kao sat. Cvjetovi se duhana otvaraju uveče, a zatvaraju se danju.

Stari borovi i jele, kao kompas, pokazuju na sjever: mahovina raste na sjevernoj strani stabla. Suncokret okreće lice k suncu; on prati kretanje sunca kao heliograf. A bršljan se — obratno— okreće od sunca — on voli sjenu.

Biljke su — i termometri i higrometri. One reagiraju na toplinu i hladnoću, na vlagu i sušu. Godišnji prstenovi na panju, kao da su ispisani perom samopisca: oni ozna-

čuju, kako se mijenjalo godišnje, a ne dnevno vrijeme. Svaka je grana na drvetu — vjetrokaz. A ako sve grane rastu na jednu stranu, to već nije meteorološka, već klimatska sprava, koja pokazuje pravac najčešćih vjetrova.

Mrtvo jezero — to je klimatska sprava. To je divovski kišomjer, koji nam stavlja na znanje, da li klima postaje suša ili vlažnija.

Svuda su oko nas prirodne sprave. Ali to ne vide svi. Treba biti takav čovjek, kao što je Muljtanovski, pa u bijeloj jeli i tisovini vidjeti meteorološke sprave.

Muljtanovski je uzeo botaničku kartu šuma i stepa i usporedio je s kartom, na kojoj su bile ucrtane osi-magistrale anticiklona.

I pokazalo se, da se granica stepe i šume poklapa sa sibirskom osi: razumljivo, jer južne stepske trave ne podnose sibirsku hladnoću. Gljiva ne ide dalje na sjeveroistok od švedske polarne osi. A tisovina i bijela jela ne mogu prijeći preko nordkapske osi.

Nov izgled dobiva priroda, kad na nju gledaš očima nauke.

Svi smo mi u djetinjstvu učili pjesmu: »Proljeće dolazi, proljeće dolazi...«

Mi smatramo ovaj izraz samo za pjesničku figuru. A meteorolozi mogu na karti pokazati kojim putovima i odakle dolaze proljeće, zima i jesen.

Jesen nam, na primjer, dolazi sa zapada: jesenje nevrijeme nastupa, kad islandske tvornice ciklona, islandska »ranžirna stanica« počne raditi punom parom.

Evo čitavog godišnjeg plana vremena. Međutim, ovaj kalendarski plan često odstupa od kalendara.

Kalendar ima samo jednoga gospodara — sunce.

A vrijeme ima još i gazdaricu — zemlju.

Da bi počela zima, treba da sibirski hladnjak bude spreman za zimski posao, a ni polarne »ranžirne« stanice da ne zaostaju. Događa se, da se, zbog revnosti neke tople struje, sjeverna mora kasno prevuku ledom i tada zračni ekspres »Polarna strijela« — s Djedicom Mrazom i Snježanom kao putnicima stiže do nas s velikim zakašnjenjem.

Vrijeme ima svoj kalendar. On nema četiri, nego pet godišnjih doba. Osim zime, tamo postoji i predzimlje — između zime i jeseni.

I svako godišnje doba ima svoj vozni red, koji nije baš tako lako unaprijed pogoditi. Zbog toga treba dobro poznavati saobraćajne propise, pravac putova, načine formiranja vlakova, pa čak i prekršaje, koji i ovdje često ometaju normalan rad.

Treba znati, kojim se magistralama vrši kretanje — od Lofotskih, ili Azorskih otoka, ili s Nove Zemlje. Kretanje se može vršiti u isto vrijeme sa dvjema magistralama — polarnom i azorskom osi, ili polarnom osi sa sjeverozapada i ultrapolarnom sa sjeveroistoka. Treba umjeti na vrijeme odrediti, koja će struja prevladati, jer od toga zavisi i kretanje vremena za duži period.

Čovjek koji pokušava sve ovo shvatiti naliči na onoga, koji je naumio sam za sebe sastaviti vozni red, ne zavirujući u željeznički priručnik. Prateći promet na željezničkim linijama, sa satom i olovkom u ruci, on bi unosio u bilježnicu sat odlaska i dolaska vlakova. Bi li on lako razumio, da li sibirski ekspres ide sa zakašnjenjem i zašto je jučer taj ekspres stigao u jedanaest sati prije podne, a prekjučer tek u jedan sat po podne?

S voznim redom vremena stvar je mnogo kompliciranija. Ne smatraju uzalud meteorolozi, da je dugoročna prognoza najteža prognoza.

Pa ipak ima ljudi — učenika Muljtanovskog — S. T. Nagava i drugi — koji proučavaju vozni red vremena i trude se da u ožujku proreknu, kakvo će biti vrijeme u svibnju.

Tri im hipoteze pomažu u tome.

Prva hipoteza — o novoj prirodnoj mjeri vremena, o prirodnom sinoptičkom razdoblju. Za vrijeme trajanja ovog perioda na zbirnoj karti ostaje nepromijenjen barometarski pejsaž — raspored polja niskog i visokog tlaka.

Druga hipoteza — o središtima utjecaja, o onim izvorima, od kojih zavisi premještanje anticiklona, ciklona, zračnih masa.

Oslanjajući se na ove dvije hipoteze, sinoptičar saznaje, kako će se promijeniti vrijeme i da li će dugo ostati takvo.

Ali kad će se promijeniti? Kojega datuma i u kojem mjesecu?

Tu nastupa treća hipoteza — o tromjesečnim i petmjesečnim ritmima u životu atmosfere.

Proučavajući stare sinoptičke karte i prema njima sastavljene zbirne karte, Muljtanovski je zapazio, da u životu atmosfere postoji ritam.

Ako se u studenom desio prodor anticiklona s Nove Zemlje na Balkan i ako se takav sjeveroistočni prodor nije desio tri mjeseca prije toga, onda će se on ponoviti tri mjeseca kasnije. A osim toga tromjesečnog, postoji još i petmjesečni ritam.

Ritmička ponavljanja su za sinoptičara isto što i otkucaji njihala. Oni mu pomažu da se orijentira u vremenu.

Ali zar se u prirodi događaju točna ponavljanja?

Svake godine poslije zime nastaje proljeće.

To novo proljeće nije ponavljanje nekog prijašnjeg, koje je već nekada bilo, nego njegov srok. Oni su i slični i razlikuju se.

Sjećajući se prijašnjih proljeća, radujemo se, kad opažamo znakove sličnosti.

Ali nas još više uzbuđuje ono nepovratno, što vidimo u liku novog proljeća.

U prirodi, kao i u životu, ne postoji samo ritam, nego i srok.

Nije Tjučev bez razloga pisao:

Melodičnost postoji u morskim valovima,
Sklad u prirodnim sukobima...

Ovog sklada sjeća se sinoptičar, kad osluškuje ritam i srok vremena.

Označivši na zbirnoj karti prognozu za idući mjesec ili za iduću sezonu, sinoptičar se nastoji sjetiti: da već prije nije bilo takve situacije na karti. On traži za ovu situaciju »analogni« — srok.

Mehaničko pamćenje

Iskusni sinoptičari mnogo pamte. Ali čak i najbolje pamćenje ima svojih granica.

Čovjek ne može držati u glavi stotine sinoptičkih karata i tisuće tablica.

Kada nešto zaboravimo, mi gledamo u bilježnicu.

Ali kad bismo sve mjesečne tablice, sastavljene na meteorološkim stanicama, povezali skupa, dobila bi se bilježnica od milijun strana, visoka sto metara.

Takva se knjižica ne može staviti u džep.

Kad bi se stavila pokraj nebodera, doprla bi do njegova krova.

Shvatljivo je, da se ne bi našao ni knjigovezac, koji bi se prihvatio da je poveže. A to ne bi ničemu ni poslužilo.

Stare tablice i karte čuvaju se po policama u arhivi. No nije jednostavno pronaći na ovim prašnjavim policama potrebnu brojku.

Jer u meteorološkoj arhivi ima više brojeva, nego ljudi na zemljinoj kugli. Pomnožite: milijun tablica, u svakoj pet tisuća brojeva. Proizvod — pet milijardi.

Koliko bi truda trebalo utrošiti, da bi se pronašao čovjek, o čijoj se adresi zna samo toliko, da živi na zemljinoj kugli.

Pa ipak, oni kojima je to potrebno prebiru tisuće starih tablica i karata.

Sinoptičar traži tamo odgovarajući slučaj, sličnu situaciju na karti. Promatrač klime traži materijal za svoju statistiku, da bi pripremio srednje vrijednosti ili odredio veličinu žege, mraza, tlaka.

Neumorne ruke prelistavaju iz dana u dan tablice i iz njih prepisuju stupce brojeva. Tablice se troše, uglovi se s njih krzaju. Redovi blijede i postaju nerazgovjetni. Tablice se moraju prepisivati, a gdje je prepisivanje, tu su i griješke.

Samo za sređivanje arhive potrebne su godine.

A koliko dragocjena vremena ljudi moraju trošiti na traženje. Klimatolozi nemaju kamo žuriti, oni ne će za-

kasniti. Ali putnik u budućnost — sinoptičar — ne smije se zadržavati u prošlosti. Dok se on bude bavio oko arhive, budućnost će postati sadašnjost, a potom i prošlost.

Pa kako onda?

Mi pomažemo očima da vide gledanjem kroz dalekozor ili mikroskop. Mi pomažemo rukama da dižu terete stavljanjem u pokret poluge kod dizalice. U tvornicama imamo tisuće mehaničkih pomoćnika.

A postoje li strojevi koji pomažu pamćenju?

Ima i takvih strojeva. Ja sam ih vidio u Centralnoj naučno-istraživačkoj hidrometeorološkoj arhivi.

Kad kažemo »arhiva«, mi zamišljamo ormare prenatrpane svescima. To je carstvo papira, prašine i štakora.

Unaokolo je tišina, narušavana katkad šuštanjem prelistavanih strana i sporim koracima sijedih arhivara.

Sasvim nešto drugo vidio sam u sobama Hidrometeorološke arhive. To je bila prava tvornica s redovima strojeva, koji otkucavaju. Na tim su strojevima radile mlade djevojke, kojima nikako nije mogao odgovarati uvredljivi nadimak »arhivski štakor«.

Pa i sam domaćin, koji mi je gostoljubivo pokazivao arhiv — M. A. Omšanski[1] — također je malo naličio na arhivskog službenika. On mi je s mladenačkim oduševljenjem pričao o svom čedu, o strojo-računskoj tvornici.

Sirovina stiže u ovu tvornicu u obliku tisuće tablica i promatranja stanica, u obliku sinoptičkih i zbirnih karata.

Prvi je zadatak tvornice, da sve to pretvori u materijal, s kojim bi dalje mogli raditi strojevi, a ne ljudi.

Čovjek čita tablicu očima, a stroj je slijep. Potrebno je dati mu tablicu u takvom obliku, da je on može čitati pipanjem.

I evo, prvi red strojeva — perforatora — pretvara tablice u kartice s probušenim rupicama. Svaka rupa zamjenjuje broj. I prema tome, na kome se mjestu nalaze ove rupice, u kojoj koloni, one mogu da znače i broj stanice, i datum i jačinu vjetra, temperaturu, tlak.

---

[1] Poginuo u ratu godine 1944.

A perforator je nešto nalik na pisaći stroj, koji ne piše, nego mjesto brojeva ili slova buši rupice.

Ovamo stižu tablice s tri tisuće stanica. I sve tablice, dobivene za godinu dana, pretvaraju se u tri milijuna karata. Jednu tablicu od pet tisuća brojeva zamjenjuje 165 kartica.

Kod sinoptičkih zbirnih karata stvar je kompliciranija. Na koji način da se zbirna karta s ciklonima i anticiklonima, prikazanim na njoj, pretvori u rupičastu karticu?

Tu je potrebno, da se karta najprije pretvori u niz brojeva, a zatim brojevi u rupice.

Jednim brojevima treba da se označi mjesto na karticama — na primjer: Barencovo more, jugozapad Sibira, Zapadna Evropa. Drugim brojevima treba prikazati barijski pejsaž, recimo 0 — to je moćni anticiklon, 6 — dolina, 7 — slab ciklon, rimsko X — ulegnuće.

Kako onda tvornica pomaže sinoptičaru?

Pretpostavimo, da je upravo on sastavio zbirnu kartu za prošli mjesec i hoće da za taj mjesec nađe srok — »analog« — približno isto takav mjesec, sa »sazvučnim« rasporedom ciklona i anticiklona na karti.

Sinoptičar predaje narudžbu tvornici: da nađe analog za njegovu kartu.

Tvornica se prihvaća posla. Karta se pretvara u probušenu karticu. I tada počinje raditi stroj za razvrstavanje. On je tako podešen, da može prema danoj kartici pronaći istu takvu među tisućama drugih.

Kad bi se ovo traženje vršilo rukama, bilo bi potrebno petljati u arhivi više sati, a stroj za nekoliko minuta nalazi i izbacuje sve analogne kartice.

Poslije četvrt sata, kako je dao narudžbu, sinoptičar već dobiva na tiskanici otkucan odgovor: »Takva je situacija bila na karti tad i tad, u tom i tom mjesecu. A slijedećeg mjeseca situacija je bila isto takva«.

Tvornica dobiva najraznovrsnije narudžbe. Netko pita: da li je često u siječnju bila temperatura od 0 do 5°? I tvornica odgovara: u jednom od sto slučajeva.

Drugima je potrebno da znaju: kako se mijenjala temperatura na stanicama u toku prošle godine. I stroj daje iscrpan odgovor, utrošivši na to 20 puta manje vremena, nego najspretniji čovjek.

Za neki naučni rad bilo bi potrebno raditi godinama, da bi se samo pronašli potrebni brojevi. A stroj može uraditi sve to za nekoliko dana.

Tako se čovječji mozak oslobađa od rada, koji može da obavlja stroj, za one poslove, koje može vršiti samo mozak.

Zašto da pamtimo milijune brojeva, kad možemo reći stroju: zapamti, pa mi kaži, kad te budem pitao.

Učenjaci se često žale na preveliko opterećenje. Ali za podizanje nemjerljivih, ali vrlo osjetljivih umnih tereta, već su izmišljeni razni mehanički uređaji, samo treba da se umijemo njima koristiti.

I ta mehanizacija je naročito važna za meteorologe. Lako je kemičaru, on može izvršiti pokus na svom stolu, u retorti. A meteorolog ne može rasporediti po svojoj volji anticiklone i ciklone iznad čitave sjeverne polutke.

I on tada počinje razmišljati: da nije možda takve pokuse već vršio snažniji eksperimentator — priroda?

On stavlja u pokret mehaničko pamćenje. I ono mu govori: da, takav pokus vršen je tad i tad, i evo, kakvi su rezultati dobiveni.

A ako je to tako, ako ima stroj koji pamti, kakvo je vrijeme bilo prije deset godina, zar se onda ne može izmisliti takav stroj, koji bi nam pomogao da unaprijed proračunamo kiše i vjetrove, nepogode i bure, plime i poplave.

Već je sagrađen stroj za predračune plima.

Ali bilo bi najprije potrebno da se shvati, što su to plime.

DESETO POGLAVLJE

PREDVIĐANJE OLUJA I POPLAVA

Predviđanje plima

Već postoji stroj za predviđanja plima ali za to je najprije bilo potrebno da se shvati, što su to plime.

Grčki pomorac Pitej bio je prvi, koji se latio rješenja problema o plimama. On je u svoje vrijeme stigao do obala Britanije i tu s čuđenjem vidio, kako vodeni zid prelazi na kopno.

Problem o plimama rješavali su i veliki fizičar Newton, i La Place, i George Darwin — sin Charlesa Darwina.

Učenjaci su ispitali dio po dio, skicirali i proračunali komplicirani mehanizam plima, u kome su zajedničkim radom povezani sunce, zemlja i mjesec.

Tri se diva međusobno bore za svjetski ocean: tko će prevagnuti!

Sunce je najjače, ali je daleko. Mjesec je bliži, on jače vuče. Ali je zemlja još bliža i ona priteže.

Pa i pored toga mjesec i sunce uspijevaju privući sebi ocean za nekoliko metara. Tamo, gdje se ocean diže, val plime plavi obalu. A gdje je vodena košulja svučena s tijela zemlje tu se otkriva dno.

Sve to još ne bi bilo tako komplicirano, kad bi sunce, mjesec i zemlja stajali nepokretno u mjestu. Ali oni mijenjaju svoja mjesta, i ocean je prisiljen da im se prilagođava. Pa usto ocean nije ni slobodan — on mora računati na liniju obale, na dubinu, na razne zapreke.

I cijela je ta igra toliko komplicirana, da se svaka nova plima razlikuje od prethodnih. Problem plime nema samo jedno rješenje, već nekoliko njih.

Koliko su vjekova učenjaci rješavali taj problem. A još ga uvijek moraju u svakom pristaništu iznova rješavati. Kapetani brodova moraju znati, kolika će i kad biti plima.

Plima treba unaprijed proračunati — izraditi njihov raspored za cijelu godinu. A samo za jedan takav proračun potrebno je dva ili čak tri mjeseca. Čovječjoj glavi je teško svladati takva proračunavanja. Ali, čovjek je umio da izmisli stroj, koji računa bolje, nego li on sam.

Stroj za predviđanje plimâ obavlja čitav proračun za dva dana. To je toliko skup i kompliciran stroj, da ne samo, što se ne može naći u svakom pristaništu, nego ni u svakoj zemlji.

Kako li tek mora biti kompliciran čitav život planete, kad je samo jedan njegov mali detalj tako teško razumjeti i proračunati!

A koliko bi teže bilo napraviti stroj za računanje, koji ne bi predviđao samo plime, nego i kiše, i vjetrove, i nepogode, i oluje i poplave!

Borba protiv troglavog čudovišta

Kad učenjak proučava prirodu, on se služi s tri instrumenta: promatranjem, eksperimentom i teorijom.

Promatranje i eksperiment daju mu činjenice, brojke. A teorije izvlače iz milijuna brojki, iz bezbrojnog mnoštva posebnih slučajeva opće zakone, jednadžbe, formule.

Brojke ustupaju mjesto slovima. Aritmetiku zamjenjuje algebra.

I ukoliko je znanost točnija, utoliko se ona pouzdanije koristi instrumentom formula i jednadžbi.

Još od svog djetinjstva meteorologija samo to i radi — gleda i promatra. Sada ona prelazi također i na pokuse. Vidio sam u Glavnom geofizičkom opservatoriju »komoru magle« — kuglu, u kojoj se magla po volji stvara i rastjeruje.

Meteorologija se počinje koristiti i matematikom sve češće i pouzdanije. Naravno, meteorolozi su i prije računali, oni su vječito imali posla s brojkama. Ali tek sada pokušavaju ne samo da proreknu, nego i da unaprijed izračunaju vrijeme.

Predviđanje vremena!

Mnogi su smatrali, da je to nemoguće. Jer stroj planete je kompliciran stroj.

Ako se uzmu u obzir svi njegovi dijelovi, onda će se dobiti toliko glomazne i zamršene formule i jednadžbe, da će čak i najiskusnijem matematičaru klonuti ruka.

Njemački učenjak Koschmieder piše, da se tu moramo pozabaviti »s nesavladivim matematskim teškoćama«.

Engleski učenjak Douglas u jednom od svojih članaka postavlja pitanje: »Hoće li se ikada moći i u kojoj mjeri primijeniti matematika za proricanje vremena«? I daje odgovor, da »praksa prognoza zasad prilično pesimistički gleda na to«.

Još dvadesetih godina sastavio je engleski meteorolog Richardson takav sistem jednadžbi, po kome je bilo moguće izračunati vrijeme sutrašnjeg dana. Ali kad je pokušao rješavati te jednadžbe, uvidjelo se, da mu je za proračun vremena za jedan dan potrebno, u najmanju ruku, godinu dana.

Što biste rekli za kuhara, kome bi bilo potrebno godinu dana da spremi ručak za sutra!

Na problemu vremena radilo se i kod nas.

Godine 1919. u Glavnom geofizičkom opservatoriju stvoren je u tu svrhu i posebni odsjek.

Prije nego što će se latiti proračunavanja, naši su učenjaci, prof. A. A. Fridman, N. E. Kočin i drugi odlučili — da se najprije pozabave fizikom vremena.

Naime, tu matematika sama za sebe — bez fizike — ne može ništa pomoći. Kao što je volio reći akademik Krilov, matematika je vodenica, kojoj je svejedno što će mljeti. Vodenici je potrebno dati zrno za mljevenje. A zrno se može uzeti jedino od prirode.

Kako se stvara vrijeme u prirodi? Nad zemljom se kreću tople i hladne struje zraka. Ali, kretanje proučava mehanika, a toplinu — termodinamika.

Prema tome, za rješenje problema vremena potrebno je pozvati u pomoć i ove dvije fizičke nauke, a ne samo matematiku.

Naši učenjaci ovako rasuđuju:

»Pomoću zakona dobivenih od mehanike astronom proriče kretanje planeta, artiljerac izračunava putanju zrna. Mehanika tekućina i plinova — hidromehanika — omogućuje, da se unaprijed odrede plime i osjeke, da se izvrši proračun za branu, da se pokaže, kakav treba da bude oblik avionskih krila, lopatica na turbini. Zašto se onda mehanika ne bi koristila i za proračun vremena«?

Uzeo sam ove riječi iz članka prof. I. A. Kibelja, koji je radio na problemu vremena poslije Friedmana i Kočina.

Profesor Kibelj spominje u svom članku Koschmiedera, Douglasa i ostale, koji su dokazivali, da je nemoguće riješiti problem vremena.

»Kad čuje ove autore — čovjek bi rekao da troglavo čudovište čuva ulaz u ovaj problem«.

Kakve su to tri glave?

Prva glava: »Čovjek se može naprosto izgubiti u ogromnom šarenilu osnovnih fizičkih podataka«. Tako piše Kibelj.

Svaki zadatak počinje riječju »dato«: dato je to i to, potrebno je pronaći to i to.

O zadatku o sutrašnjem vremenu dati su današnja temperatura, tlak, vlažnost, vjetar i t. d., i t. d., i to još iz tisuću mjesta, na zemlji i iznad zemlje, ujutro, uveče, noću . . .

Ponekad se događa, da je neki zadatak teško riješiti zato, što imamo malo podataka. Ovdje je, međutim, premnogo podataka.

Druga glava čudovišta je: »Nemoguće je riješiti opći sistem jednadžbi hidromehanike«.

U školi nam je često bilo teško riješiti sistem od dvije jednostavne jednadžbe. A ovdje nemamo samo dvije, nego

mnogo, i usto još vrlo kompliciranih, diferencijalnih jednadžbi. Ovdje moramo raditi s mnogo nepoznanica.

Treća glava čudovišta: »Ako bi se čak i dobilo rješenje u općem obliku, ipak bi računska operacija za svaki slučaj bila ogromna«.

Godinu dana za izračunavanje sutrašnjeg vremena — to je zaista i previše!

Zadatak se sastojao u tome, da se problem pojednostavi.

To se upravo i pokazalo najkompliciranijim.

Ali je prof. Kibelj, nastavljajući rad svojih prethodnika, smjelo stupio u borbu protiv troglavog čudovišta.

Prije svega, bilo je potrebno naći sredstvo protiv šarenila i obilja osnovnih podataka.

Na sinoptičkoj karti bilo je mnoštvo točaka, a u svakoj od njih bila je vlastita temperatura i vlastiti vjetar.

Profesor Kibelj se odlučio, da za izračunavanje ne uzme temperaturu neke točke, nego srednju temperaturu jednog područja i ne trenutni vjetar, već srednji vjetar za određeno vrijeme i u određenom rajonu.

Šarenilo se objašnjava još i time, što se na stanicama vrijeme promatra u blizini zemlje. A zemlja nije svuda jednaka. Na jednom je mjestu pijesak, tu sunce jače grije zemlju. Na drugom je mjestu šuma ili močvara, tu je hladnije. Tople i hladne zračne struje miješaju se, stvaraju vihore i čine, da slika vremena bude mozaična, šarena.

A nešto više iznad zemlje, na visini od jednog do jednog i po kilometra, slika je mnogo jednostavnija, mirnija.

Prema tome, da bi se pojednostavio zadatak, ne treba uzimati za proračun prizemni sloj, nego onaj na većoj visini.

Prof. Kibelj je tako i uradio. On je sve to obukao u matematsku formulu. I pokazalo se, da je šarenilo iščezlo. »Čudovištu su ostale samo dvije glave«.

Sad je trebalo pristupiti rješavanju sistema jednadžbi. Ali to je bio beznadan pothvat. Tu se sve zamršavalo trenjem zraka o zemlju i njegovim grijanjem od zemlje.

Prof. Kibelj se sjetio, da u hidromehanici često imamo posla sa strujama vode, koje teku kroz cijev. Tamo tako-

đer proračunima smeta trenje o zidove i grijanje od zidova. Učenjak Prandtl pronašao je način pojednostavljenja zadatka, kad se radilo o cijevima ili kanalima.

Zar se onda na isti način ne bi mogao pojednostaviti i zadatak o zračnim strujama?

Tu je donji zid — zemlja. Gornji — stratosfera.

Prof. Kibelj je iskoristio Prandtlov način, i jednadžbe su postale jednostavnije.

Ali su one još bile previše komplicirane.

Smetalo je to, što su svi razmjeri u zadatku bili veoma mali. Kad je riječ o ogromnim masama zraka i o prognozi vremena za dvadeset i četiri sata ili još više unaprijed, vrijeme od jednog sata jest — časak, a područje od sto kilometara — samo jedna točka.

Bilo je potrebno uzeti za jedinicu vremena — dvadeset i četiri sata, za jedinicu dužine — 500 kilometara.

Tako su se konačno jednadžbe počele približavati rješenju.

Ne mogu pričati o tome, kako je prof. Kibelj rješavao svoje jednadžbe. To bi naličilo na priču o nekom muzičkom djelu. Muzika se može izraziti jedino notama, a matematskim znakovima. Ako želite upoznati Čajtika — matematskim znakovima. Ako želite upoznati Čajkovskog ili Beethovena, vi odlazite u filharmoniju ili otvarate svezak nota. A ako biste željeli saznati, kako je prof. Kibelj rješavao svojih pet jednadžbi, otvorite njegove radove.

I tako su jednadžbe riješene. Dobivene su formule, koje dopuštaju, da se prema današnjem vremenu predvidi sutrašnje.

Saopćeni su vam preko radija ili brzojava temperatura i tlak, što su ih izmjerili jutros u 7 sati promatrači na stanicama i radiosonde u zraku. Unoseći ove podatke u formule, vi ćete izračunati, kakvi će sutra na zemlji i pod zemljom biti temperatura, tlak, vjetar, vertikalna strujanja zraka.

Ali i pored toga čudovište još nije pobijeđeno: ostala mu je ona posljednja glava. Da bi mu se odsjekla i ova

glava, bilo je potrebno »otkloniti posljednju zapreku — svesti formule na takav oblik, da bi se moglo ne samo jednostavno, nego i brzo računati«.

Prof. Kibelju je pošlo za rukom da i to riješi, da formule pojednostavi. Tamo, gdje je Richardsonu bila potrebna godina dana, Kibelju je bilo dovoljno i pola sata.

Tako je riješen jedan od najtežih zadataka nauke — zadatak o sutrašnjem vremenu, ili tačnije, o sutrašnjoj temperaturi, tlaku i vjetru.

Sada u Centralnom institutu prognoza pored sinoptičara rade i oni, koji računski predviđaju vrijeme.

Oni koji rade na računskom previđanju vremena gotovo da su, po točnosti prognoza, dostigli sinoptičare.

Rezultati će biti još bolji, kad u našoj državi bude više aeroloških stanica, više promatranja pomoću radiosondi.

Prof. Kibelj i njegovi suradnici nastavljaju rad, usavršavajući svoju metodu.

Radovi Friedmana, Kočina i Kibelja izvršili su prelom — preokret u meteorologiji.

Prvi prelom izvršen je prije trideset godina, kada su sinoptičari počeli sastavljati prognoze ne samo prema temperaturi, nego i prema kretanju zračnih masa i fronti.

A drugi prelom počinje sad, kad ljudi više ne pokušavaju proricati, nego i unaprijed točno računski odrediti vrijeme.

Sinoptičari sve češće govore: »koliko«. A prije su govorili: »što« i »kako«.

Umijeću proricanja dodaje se točan proračun, iskustvo i okretnost nalaze oslonca u matematici i fizici.

Prije je sinoptičar naličio na iskusna majstora, a sad on postaje inženjer vremena.

I svako jutro u 10,30, kada se u sobi glavnog sinoptičara okupe na savjetovanje sinoptičari-kratkoročnici i sinoptičari-dugoročnici, dolaze i oni, koji se koriste instrumentom matematike.

Na stolu se nalaze grafikoni i karte — prizemni i visinski.

Glavni sinoptičar izvještava, što je bilo s vremenom za vrijeme njegova dežurstva, kako se ispunila prognoza. Jedna brigada sinoptičara predaje vrijeme, a druga prima.

Ne razmatra se samo ono, što je bilo, nego i ono, što će biti.

Dugoročnici govore, kako će se po njihovu mišljenju ponašati vrijeme poslije tri dana, u slijedećem prirodnom sinoptičkom periodu, u slijedećem mjesecu.

Ljudi koji se bave računskim predviđanjem svih iznenađenja i hirova vremena donose brojeve i grafikone, sastavljene u njihovu odsjeku dinamičke meteorologije. Dolazi i do sporova. U prognozu se unose ispravci i čine je točnijom.

Konačno načelnik sinoptičkog odsjeka izjavljuje: »Tako ćemo i odlučiti«.

Odluka je prihvaćena. Sad je samo pitanje, da li će se s njom i vrijeme suglasiti.

Sinoptičar se vraća kući poslije punog jednodnevnog dežurstva. Htio bi se odmoriti. Ali je njegova duša nespokojna.

Čak i u slobodne dane on od vremena do vremena navrati u svoju »nebesku kancelariju«, da bi bacio pogled na kartu i saznao, što je novo u atmosferi, i da li se njegova prognoza obistinjuje.

Davno je prošlo doba Fitzroya. Ali još i sad sinoptičari često izvlače od publike, naročito od one, koja sudi i presuđuje o vremenu, a pojma nema, što je to. Sinoptičarima se smiju, nazivaju ih »vračarama« i »vjetrogonjama«.

Kada se prognoza obistini, sinoptičaru nitko ne kaže: hvala. Ali ako sinoptičar pogriješi za nekoliko kilometara, i oluja ode na drugu stranu, to mu se ne oprašta.

Jedan američki meteorolog priča. Jednom prilikom, primijetivši na karti približavanje hladne fronte, prorekao je, da će u području Chicaga biti oluje i pljuska. Jedan je pljusak prošao nešto sjevernije od Chicaga i uznemirio trideset tisuća stanovnika Wackigan. Drugi je pao južno od Chicaga i uznemirio još trideset tisuća ljudi u Hammondu. A u Chicagu, s njegova tri milijuna stanovnika, nije pala ni kap kiše.

Stanovnici Wackigana i Hammonda su smatrali, da je sinoptičar dao dobru prognozu, a građani Chicaga su uvjeravali, da je pogriješio.

Tako je sinoptičar u očima ogromne većine bio varalica, premda je kazao pravu istinu.

Sinoptičar ima posla s divovima — s zračnim masama, koje zauzimaju prostor od više desetaka i stotina tisuća četvornih kilometara.

A ljudi bi htjeli, da im daje prognozu za njihov grad, za onaj mali komadić zemlje, na kome oni žive.

Sa svoga gledišta oni su u pravu. Ali kad se govori o interesima čitave države, onda nije baš tako važno, da li je predviđena kiša zahvatila predgrađa ili centar grada, dovoljno je, što je natopila polja.

Sinoptičar se trudi da prorekne ono, što je glavno. Ako je spasio brodove, upozoravajući pomorce na oluju, ili sačuvao ljetinu, proričući sušu, on smatra, da je izvršio svoju dužnost.

Ljudi često kažu: »Znamo mi te sinoptičare, njima nije teško proricati: ili kišicu ili snijeg, može biti, a može i ne biti«.

Dajte, da s brojkama u ruci provjerimo, da li je to ustvari tako.

Prevedeno na jezik brojeva, izraz »može biti, a može i ne biti« znači: 50 — za, 50 — protiv.

A kako se prognoze obistinjuju u stvarnosti?

Tu sve zavisi od toga, da li sinoptičar zagleda daleko u budućnost.

Najkratkoročniju prognozu — za nekoliko sati — daju na aerodromu pilotu, kako bi znao na kakvo će vrijeme usput naići — za let povoljno ili ne. Ako treba da kruži, zaobilazeći ciklone, onda mora uzeti veliku rezervu goriva.

Takve prognoze, koje zagledaju naprijed svega samo za nekoliko sati, u najboljem se slučaju obistinjuju za — 85—90%.

Prognoza za dvadeset i četiri sata je teža. Jer što je strijelac dalje od mete, to mu je teže pogoditi u centar.

Pa ipak prognoze za dvadeset i četiri sata ispunjavaju se u 80 ili čak 90 slučajeva od sto.

Još je teža prognoza za mjesec dana ili za slijedeću sezonu. Ali je i tu ispunjavanje u 65—75 procenata.

Što kažu ovi brojevi?

Ovi brojevi kažu, da sinoptičari ponekad pogriješe. A događa se i to, da takve pogreške skupo staju državu.

Mogao bih podsjetiti, kako su godine 1941. lenjingradski dugoročnici predvidjeli, da će 1. svibnja biti hladno vrijeme, a kratkoročnici su rekli, da će vrijeme biti toplo.

Povjerovalo se kratkoročnicima. Vojska je izišla na paradu u ljetnjoj uniformi. A hladnoća je bila tolika, da su ljudi cvokotali zubima.

Međutim je samo pola nevolje, ako zbog sinoptičareve pogreške, parada ne prođe kako treba. Mnogo je gore, kad se zbog nje obustavlja ili zadržava nastupanje na fronti.

Ljeti godine 1943. naša se vojska pripremala za početak ofenzive u području Orla. Na fronti je padala kiša, ali su sinoptičari predvidjeli proljepšavanje vremena do 14. lipnja. Za taj je dan i određena ofenziva.

Ali sinoptičari su pogriješili. Vrijeme je bilo promjenljivo. Cikloni su dolazili i od Atlantika i od Sredozemnog mora. Oni su se kretali sporije, nego što se očekivalo. Poboljšanje vremena počelo je tek 16. lipnja.

Pa ipak se ofenziva razvijala uspješno. Ali to već nije bila zasluga sinoptičara, nego vojnika. Vojnici su, do koljena u blatu, rukama izvlačili topove iz raskvašene crnice.

Pa kakav onda da izvedemo zaključak?

Da ne slušamo sinoptičare?

Ne, da ih slušamo.

Jer oni mnogo češće daju točne prognoze, nego netočne.

Ali, naravno, treba se truditi, da bude što manje griješaka.

Dakle, sinoptičari imaju pred sobom još mnogo rada. A gdje ima mnogo rada, tamo je potrebno i mnogo radnika.

Čak se i među učenjacima, među matematičarima i fizičarima, mogu ponekad naći ljudi, koji se vole našaliti na račun sinoptičara: »A sinoptičari se danas obrukaše«.

Zar ne bi bilo bolje, da ti učenjaci pomognu sinoptičarima, da rjeđe griješe.

Jer je taj posao značajan za sve. Tu se radi i o životu svakog putnika na avionu i o blagostanju čitavih krajeva s višemilijunskim stanovništvom.

Riječna matematika

Ako uzmete u ruke Dnevni hidrometeorološki bilten, koji izdaje Centralni institut prognoze, vidjet ćete na prvoj strani sinoptičku kartu vremena, a na posljednjoj — sinoptičku kartu vode.

Tu su također kružićima označene stanice, a pokraj kružića je znakovima i brojevima pokazano, što se događa s vodom.

Gledajući na kartu, odmah vidite, gdje su rijeke još pokrivene ledom, a gdje je led već krenuo.

U Jaroslavlju, u Kostromi — prorubi na ledu, u Kujbiševu — poplavljen led, u Moziru, na Pripjati — nagomilavanje leda, u Kijevu, na Dnjepru — pokretanje leda, u Poltavi, na Vorskli — led plovi, a u Krasnodaru, na Kubanu — čisto.

Koji bi div mogao sve ovo vidjeti ujedamput, samo jednim pogledom na čitavu državu.

Od Vilne do Astrahana prolazi kartom vijugava zupčasta linija. Južno od nje su rijeke slobodne od leda.

Razgledajući brojeve pokraj kružića, vi vidite, gdje voda još nadolazi, a gdje je već počelo opadanje vodostaja.

Takvo je stanje bilo na rijekama jučer, u 8 sati ujutro.

A što će biti sutra, za mjesec dana, poslije nekoliko mjeseci?

U biltenima CIP-a mogu se naći i prognoze.

Evo dvaju svezaka dugoročne hidrometeorološke prognoze — jedne za travanj, druge — za cijelo proljeće.

Najprije je prognoza vremena, a poslije nje — prognoza kretanja leda na rijekama i proljetnog povodnja.

»Kretanje leda na rijekama Prutu, Narevu, Zapadnom Bugu i pregelju počet će posljednje dekade veljače, pa će do početka travnja obuhvatiti i rijeke basena Iljmenskog jezera i gornje Oke...«

»Očekuju se proljetne poplave na rijekama juga i zapada evropskog dijela SSSR...«

Kako to hidrolog može pogoditi kad će početi kretanje leda na rijekama i kakav će biti nadolazak voda.

Nekada je Lomonosov umjesto »prognoze« govorio »predznanje«. Ta riječ objašnjava, u čemu je tajna prognoze. Da bismo prorekli, nije potrebno da nagađamo, nego da znamo unaprijed. A znati unaprijed može samo onaj, tko poznaje zakone, koji upravljaju životom prirode.

Kad hidrolog promatra kartu, on ima na umu, da pred njim nije naprosto slučajni skup rijeka, nego komplicirani mehanizam, u kome je sve povezano: i proljetno nadolaženje voda, i snijeg, koji je pao tokom zime i kretanje leda na rijekama i zračne struje, koje dolaze s oceana.

Zašto je led na rijeci, na čijoj obali mi živimo, krenuo mnogo prije, nego obično?

Da bismo to shvatili, moramo zaviriti u stroj planete i vidjeti, kako se kretanje prenosi s jednog zupčanika na drugi.

Rijeka se prije oslobodila leda zato, što je zrak bio topliji nego obično. A zrak je bio topliji zato, što je došao sa Zapada i donio toplinu s oceana. A na ocean je ovaj zrak došao iz Arktika.

U siječnju je hladni arktički zrak prodro na sjeverni Atlantik. On se kretao iznad tople vode i oduzimao od nje toplinu.

Kapetani trgovačkih brodova saopćavali su preko radija: temperatura vode u oceanu je za 0,8 stupanja ispod norme.

Da bi se voda u loncu ohladila za nekoliko desetih dijelova stupanja, potrebno je, da izgubi sasvim malo topline. Ali, kad se voda ohladi za 0,8 stupanja ne u loncu, već u oceanu, gubitak topline mora biti ogroman.

I ta toplina nije iščezla, nju je od vode oduzeo arktički zrak.

Ali uzevši takav teret, hladni arktički zrak je prestao biti hladni arktički zrak.

On se pretvorio u Morski polarni i ponio svoj teret s oceana na kopno. U proljeće je dospio do ruskih ravnica i, predavši toplinu našem ledu i snijegu, izazvao prijevremeno kretanje leda na rijekama.

Sve bi to moglo i ne biti tako, da je arktički zrak dospio u naše krajeve, mimoišavši ocean.

U sjevernom Atlantiku voda bi bila toplija, jer ne bi morala predavati svoju toplinu hladnom zraku. A kod nas bi bilo hladnije nego obično, i led bi krenuo sa zakašnjenjem.

Hidrolog G. V. Bregman pažljivo je proučavao »Morski meteorološki godišnjak« Danskog meteorološkog instituta.

U ovom godišnjaku iz godine 1895. objavljene su karte Atlantskog oceana, na kojima je ocean bio podijeljen na kvadrate i u svakom kvadratu bila pokazana temperatura vode.

G. V. Bregman usporedio je ove brojeve s vremenom kretanja leda na ruskim rijekama.

Moglo bi se postaviti pitanje, kakva bi tu mogla biti veza: temperaturu vode mjerili su zimi oficiri trgovačkih brodova u Atlantiku, a vrijeme kretanja leda na rijekama bilježili su u proljeće promatrači na Kami, na Oki, na Volgi.

Ali hidrolog zna, da je u svijetu sve povezano.

Hladan zrak iz Arktika kreće zimi iznad Sjevernog Atlantika i oduzima od vode toplinu. Voda postaje hladnija. A zrak topliji. Zrak odlazi sve dalje i dalje. S oceana on prelazi na kopno i prisiljava led na našim rijekama da prije krene.

A ako se cirkulacija vrši drugačije, ako hladni zrak iz Arktika prodire u našu zemlju, mimoilazeći ocean, voda u oceanu ostaje topla, ali zato kod nas zakašnjava proljeće, led na rijekama kasnije kreće.

Da bi se proračun olakšao, G. V. Bregman je sve to prikazao u obliku grafikona.

Dobio je nekoliko grafikona: jedan za velike rijeke sjevero-zapada, drugi — za rijeke basena gornjeg Dnjepra i Zapadne Dvine, treći — za basen Sjeverne Dvine i t. d.

Takav grafikon još u siječnju kazuje hidrologu, kad će krenuti led na rijekama — prije ili poslije roka.

Pretpostavimo, da je temperatura vode Atlantika bila u siječnju za šest desetina stupnja ispod norme. Pogledavši na grafikon, hidrolog odmah određuje, da će led na Gornjoj Volgi krenuti za 6—12 dana prije roka.

Tako velika povezanost stvari daje hidrologu snagu da vidi i ono, čega još nema.

Ali odmah poslije kretanja leda, nastaju proljetne poplave.

Kako da se odredi, da li će proći mnogo vode i da li će se ona visoko podignuti.

Tu je opet potrebno da se sjetimo povezanosti stvari.

Proljetne poplave i snijeg, koji je pao zimi — to su dvije karike jednog istog lanca.

Da bi odredio, kakav će biti proljetni povodanj, hidrolog izračunava, koliko snijega leži u basenu rijeke.

Pred hidrologom se na stolu nalaze izvještaji snjegomjernih stanica.

Prema visini snijega i prema njegovoj gustoći treba odrediti, koliko je vode spremila zima kao zalihu u svim svojim podrumima, u čitavom tom bijelom snježnom pokrivaču, koji pokriva zemlju na prostoru od desetaka ili tisuća četvornih kilometara.

I eto proračun je završen. Ako je napadalo malo snijega, onda će se i vode od njega dobiti malo.

Ali ako su snježne zalihe i velike, to još nikako ne mora značiti, da će riječnim koritom proteći mnogo vode.

Riječno korito — to je cijev kroz koju voda otječe iz basena. Ali riječni basen ima izbušeno dno. Dio vode odlazi kroz rupe — u zemlju.

I hidrolog mora uzeti u obračun i to, koliko će imati gubitaka.

Ako je tlo pokriveno ledenom koricom, voda ne će otići u zemlju. Prema tome, više će vode dospjeti u rijeku.

Ali se može dogoditi i to, da ledene korice nema, a da voda ipak ne ode u zemlju.

Zašto? Zato, što u zemlji i pored toga ima dosta vode još od jeseni.

I tako ispada, da se u proljeće moramo sjećati jeseni — da li je onda bilo mnogo kiše.

Sve se to mora znati, da bi se izračunalo, koliko će vode proći rijekom.

Hidrolog, pak, treba da odgovori i na drugo pitanje: da li će biti visok vodostaj?

Ako vodostaj bude viši nego obično, može počiniti mnogo neugodnosti.

Toliko su puta pisci i umjetnici prikazivali proljetne poplave u knjigama i na slikama. Ali one ne ostavljaju nimalo slabiji utisak, kad se o njima govori u običnoj knjigovodstvenoj knjizi — jezikom brojeva.

Kroz kolone višecifrenih brojeva na strani gubitaka kao da vidite poplavljene i razrušene putove, mostove, tvornice, kuće, električne centrale, pijeskom i muljem zasute livade, vrtove i pašnjake, daske i grede splavljene vodom. Da svih tih gubitaka i rušenja ne bi bilo, moramo se boriti protiv vode, ne dati joj da bijesni i pljačka. A zbog toga moramo unaprijed znati, da li postoji opasnost od poplave.

Do koje će se visine popeti voda u rijeci?

To zavisi od toga, koliko će vode od topljenja dospjeti u riječno korito.

Ali hidrologu je potrebno znati nešto drugo: kako će se topiti snijeg.

Ako se snijeg bude topio naglo, povodanj će biti viši, nego ako voda otopljenog snijega bude pomalo priticala u rijeku.

I sada se pojavljuje nov zadatak — da se sazna, hoće li se snijeg brzo otopiti.

Zašto snijeg kopni u proljeće?

Svakome je poznato, da se u vedre, sunčane dane snijeg topi brže nego u oblačne.

To biva stoga, što sunčane zrake prodiru duboko u snijeg i otapaju grančice i iglice snježnih kristala. Snijeg se počinje topiti čak i ako termometar pokazuje temperaturu od pet stupanja ispod ništice.

Jugovina nastaje još prije jugovine.

Prema tome se može izvesti slijedeći zaključak: ako proljeće bude vedro, snijeg će se brže topiti i poplave će biti veće.

Ali se događa i to, da čitavo nebo bude pokriveno oblacima, a da se snijeg i pored toga topi.

On se topi zbog toga, što mu toplinu predaju zračne struje, prispjele s mora, iz toplih krajeva.

To već i mala djeca znaju: ukoliko je u proljeće zrak topliji, utoliko se snijeg brže topi.

Ako se snijeg otopi za pet dana, povodanj će biti mnogo veći, nego ako se bude topio čitav mjesec dana.

Ali i pored toga, stvar je mnogo složenija, nego što može izgledati na prvi pogled.

Ovdje mnogo znači i to, kako se kreću fronta i pozadina topljenja snijega. To je prvi zapazio i na matematski način prikazao profesor M. A. Velikanov.

Hidrolog promatra kartu. Riječni basen na karti podsjeća na listić, otkinut s grane: po sredini ide riječno korito, a prema njemu se, kao žilice, slivaju pritoke.

Ako se fronta bude kretala odozgo, pritoci će se uključivati postepeno, jedan za drugim. Najprije gornji, a zatim donji. I voda će u rijeci također postepeno nadolaziti.

A ako se fronta kreće bočno, ona će odmah obuhvatiti i gornje i donje pritoke. Voda će se istodobno slivati u rijeku velikim brojem slivnih putova. Nekoliko valova povodnja spojit će se u jedan veliki. I poplava će biti veća nego inače.

Tako se hidrolog trudi da jednim pogledom obuhvati sve, što se događa i u sloju snijega i u utrobi zemlje. Njega zabrinjuje i sudbina malog snježnog kristalića, i život čitave rijeke sa svima njezinim pritocima.

Ali hidrolog mora sebi ne samo da predoči sliku buduće poplave. On treba da umije tu sliku izraziti i u brojkama.

Od hidrologa se zahtijeva, da točno kaže: hoće li se voda popeti iznad te i te točke na vodomjeru. Ponekad čak i jedan jedini centimetar odlučuje, da li će voda poplaviti gradske ulice ili ne. Jedna kap prelijeva čašu.

Evo kakav se razgovor vodio jednom prilikom u mojoj prisutnosti između načelnika Hidrometeoslužbe i jednog hidroprognoziste:

— A kako je u Uralsku?

— Vodostaj 800.

— Može li doći do opasnosti?

— 28.—29. očekujemo 920. Ugrožen je most, pristanište, donji dio grada.

— Jeste li uputili upozorenja na opasnost?

— Razumije se, uputili smo.

Taj je razgovor vođen 20. travnja.

A 29. travnja voda je zaista počela plaviti grad.

Točnosti radi, potrebno je dodati, da ova prognoza nije bila postavljena samo devet dana prije, već mnogo ranije — još početkom ožujka.

Još početkom ožujka bilo je poznato, da je u basenu rijeke Ural u toku zime napadalo više snijega, nego obično. A sinoptičari-meteorolozi ukazivali su, da će se snijeg naglo topiti, da će proljeće biti toplo i lijepo.

U dugoročnoj prognozi bilo je rečeno, da će povodanj na Uralu biti znatno iznad norme.

Ali, kako su hidrolozi potom mogli znati, da će najviši vodostaj na Uralsku biti baš 28. ili 29. travnja, a ne ni ranije ni kasnije?

Svakih pet dana snjegomjeri su im saopćavali, kako stoji s topljenjem snijega. Oni su znali, da je snijeg u riječnom basenu krenuo na put.

I trebalo je izračunati, koliko će vremena biti potrebno za put snježnici.

Tu su pomogla promatranja iz prijašnjih godina.

Poslije nestanka posljednjeg snijega, proljetne poplave trajale su obično još dvadesetak dana.

Znači, da je snježnici bilo potrebno dvadeset dana, da bi se s cijelog riječnog basena slila do rijeke, a rijekom do Uralska.

Usput se nešto vode gubilo; odlazilo u zemlju ili u obliku pare — u uzduh. Nešto je vode pristizalo od podzemnih voda, od kiša.

Uzevši sve ovo u obzir, hidrolozi su napravili krivulju poplava. A na toj je krivulji već jasno vidljivo, koje će dekade i koga dana u mjesecu travnju poplava dostići vrhunac.

Na sličan način hidrolozi proračunavaju i iznenadne poplave od kiša.

Oni imaju kartu riječnog basena. Na karti su označene linije jednakog oticanja: od prve najbliže linije voda stigne do grada za jedan dan, od druge — za dva dana, od treće — za tri.

I evo, nad basenom je padala kiša — palo je toliko i toliko milimetara vode.

Hidrolog odmah raspoređuje svu ovu kišu na dane: koliko će proteći prvog dana, koliko drugog, koliko trećeg.

On ucrtava krivulju i gleda po njoj, kad će voda u rijeci narasti do najvišeg nivoa.

Postoje i drugi načini prognoze. Ali da li ima smisla da pričam o svim načinima? Ako čitalac zaželi postati hidroprognozist, on će se prihvatiti udžbenika, gdje je sve to iscrpno izloženo. A ja sam htio samo pokazati koliko je komplicirana i teška stvar — proricanje poplava.

Uostalom, ako upitamo hidrologe, oni će nam reći, da je kratkoročnu prognozu vodostaja u rijeci mnogo lakše dati, nego prognozu vremena.

Sastavljajući prognozu poplave, hidrolog već zna, koliko je palo kiše ili snijega. A sinoptičar-meteorolog nema takvih podataka: on nije u stanju da proračuna, koliko ima vode u oblacima. Dajući prognozu, on kaže: očekuje se kiša. A koliko će pasti kiše? To sinoptičar još ne može kazati.

Nije čudo, što se hidrološke prognoze obistinjuju bolje nego meteorološke.

Kratkoročne prognoze vodostaja obistinjuju se u 95—98 od sto slučajeva, a kratkoročne prognoze vremena — u 80—90 od sto slučajeva.

Hidrolog usto korača u budućnost mnogo dalje od meteorologa.

Najduža dugoročna prognoza vremena je za jednu sezonu.

A prognoze razine Kaspijskog mora daju se za godinu dana unaprijed, u mjesecu ožujku — do slijedećeg ožujka.

Prošlost i budućnost

Da li Kaspijsko more presušuje?

O tome često postavljaju pitanja hidrolozima.

Pitaju se zabrinutošću, jer bi opadanje Kaspijskog mora za našu domovinu značilo veliku nesreću.

Kaspijsko more je potrebno našoj domovini. Ono daje polovinu cjelokupne ribe, koja se lovi po našim morima. Ono daje kemijskim tvornicama sirovine — glauberovu so iz zaljeva Kara-Bogaz-Gol. Preko Kaspijskog mora prevozi se nafta iz Bakua.

Ako Kaspijsko more opadne, bit će potrebno da se prenesu pristaništa ili da se utroše ogromna sredstva na produbljivanje morskog dna.

Naročito naglo opadalo je Kaspijsko more od godine 1930.—1938. Tada je nivo vode pao za 147 centimetara.

I hidrolozi su se trudili da shvate, zbog čega to nastaje i hoće li to dugo potrajati.

Usto je baš tih godina otpočelo preuređenje Volge — gradnja brana i rezervoara za vodu, navodnjavanje Zavolških stepa. Trebalo je objasniti, kako će se sve to odraziti na Kaspijskom moru, ne će li biti potrebno, da se u nj prebacuje voda iz Pečore, iz Dona, iz drugih rijeka.

Radilo se o budućnosti! A za rješenje problema učenjaci su se obratili prošlosti.

Oni su prelistavali tablice, u kojima su bili zapisani vodostaji prošlih godina. Tako su dospjeli do godine 1837., kad je u pristaništu Bakua bio postavljen prvi vodomjer. Prije nije bilo redovitih promatranja. A godine 1830. bilježenja su i sasvim prestala.

Međutim, učenjacima nisu bila dovoljna promatranja za jedno stoljeće. Jer, sto godina u životu jednoga mora nije tako dugo vrijeme. Kaspijsko more ima deset tisuća godina, ako se njegov vijek računa od onog vremena, kad se odvojilo od drugih mora, i kad se pretvorilo u jezero.

Kako se mijenjao njegov vodostaj do godine 1830.?

Učenjaci su se dali na proučavanje starih ljetopisa, zabilježaka trgovaca i putnika. Ploveći po moru, brodari su ubilježavali u brodski dnevnik pravac broda i pomoću sprave za mjerenje mjerili dubine. Oni su to činili za sebe, ne misleći da će njihove bilješke biti od koristi poslije čitavih stoljeća.

Osim starih ljetopisa, učenjacima je pomagalo i staro kamenje.

Godine 1925. iz vode su se pojavile u zaljevu Bakua ruševine drevnog karavan-saraja[1]. Ovaj karavan-saraj nalazio se nekada na obali mora. Odatle je put vodio na istok — u Srednju Aziju, u Indiju, i na sjeverozapad — u ruske gradove.

Kod karavan-saraja zaustavljale su se karavane deva. Tu je vršen pretovar robe: bale šarenih istočnih tkanina tovarene su na devine grbe, a svežnjevi ruskih krzna i koža prenošeni su na brodove.

Visoke kule i jaki zidovi čuvali su karavan-saraj od razbojničkih pljački. Ali ga nisu mogli sačuvati od laganog nadiranja mora.

More je poplavilo obalu i skrilo pod sobom ruševine zidova i kula.

I, evo, one su se ponovo pojavile na svjetlosti dana, da bi bile svjedoci, da bi ispričale, kako je more čas raslo, čas opadalo.

Profesor L. S. Berg, vršeći historijska istraživanja, nacrtao je krivulju kolebanja nivoa vode Kaspijskog mora od godine 1556. do našeg vremena.

Ustanovilo se, da nivo vode Kaspijskog mora ne ide stalno naniže, kako su mnogi mislili, nego se koleba oko neke srednje linije.

[1] Karavan-saraj — svratište za karavane. — *Prev.*

Ali ovaj zaključak nije zadovoljio učenjake. Njima je bilo potrebno shvatiti kakav to mehanizam upravlja nivoom Kaspijskog mora. Jer, samo otkrivanjem ovog mehanizma mogli bi naučiti da proriču sudbinu mora, da daju prognoze vodostaja.

Zadatak je bio nalik onome zadatku o rezervoarima, koji smo svi imali prilike rješavati u školi:

»Za jedan rezervoar spojene su dvije cijevi: kroz jednu utječe toliko i toliko vode, a kroz drugu otječe toliko i toliko . . .«

Ali ovdje voda nije tekla kroz cijev u rezervoar, u more, nego rijekama, po tokovima i pukotinama u zemljištu ili naprosto kao kišnica s neba. A nije ni otjecala kroz cijev — nego se dizala kao para, neposredno s morske površine.

Učenjaci su sastavili knjigu dobitaka i gubitaka mora.

Knjiga prihoda i rashoda Kaspijskog mora

Godišnji prihod	Godišnji rashod
Od Volge dobija . 264 kub. km. Od ostalih rijeka 33 „ „ Iz zemlje . . . . . 8 „ „ S neba, iz oblaka, u obliku kiše i snijega . . . . . . 72 „ „	Ishlapljuje u uzduh u obliku pare 377 kub. km.
Svega: . . . 377 kub. km.	Svega: . . . 377 kub. km.

Knjiga prihoda i rashoda pokazivala je, da je glavna stavka dobitaka — voda iz Volge. Svake godine Volga daje moru 264 kubna kilometra. Za toliku količinu vode bilo bi potrebno vjedro više od Everesta.

A odakle sama Volga uzima vodu? 80% ona uzima od snijega u proljeće, a samo 20% dolazi u nju u obliku kišne i zemljišne vode.

Pa što to znači?

To znači, da razina vode Kaspijskog mora najviše zavisi od Volge, a sama Volga najviše zavisi od snijega, koji napada preko zime.

Prema tome, ako u ožujku budemo znali, da li se u toku zime nagomilalo mnogo snijega u slivu rijeke Volge, možemo da unaprijed kažemo, koliko će biti njezino proljetno otjecanje može nam pomoći da saznamo, koliko će biti podizanje vode u moru u proljeće i ljeto. Od toga, pak, podizanja zavisit će i godišnja promjena vodostaja.

Naravno, ovdje moramo vršiti i ispravke — na ishlapljenja, ljetne kiše i ostalo. Sve to hidrolozi uzimaju u obzir, kad sastavljaju svoje grafikone i jednadžbe.

A na temelju tih jednadžbi i grafikona oni i daju svoju prognozu za godinu dana unaprijed.

I prognoza se obistinjuje s točnošću do 4—5 centimetara.

Tako se hidrolog snašao u knjizi prihoda i rashoda Kaspijskog mora i pronašao način, da unaprijed izračuna njegove dobitke i gubitke.

Ali zašto Kaspijsko more ima ponekad tako velike manjkove.

Kako se to moglo dogoditi, da Kaspijsko more u toku osam godina, od godine 1930. do 1938., opadne za 147 centimetara?

Da li je ono počelo više trošiti, ili su mu se prihodi smanjili?

Njegovi troškovi nisu mogli tako mnogo porasti.

A njegovi su se prihodi stvarno smanjili. Volga je tih godina davala moru manje vode zato, što je i sama manje dobivala. Zime su bile s malo snijega, i zbog toga se u proljeće u Volgu nije stjecalo tako mnogo vode od topljenja.

Prema tome, za opadanje nivoa u moru bilo je krivo vrijeme.

Prognoza za godinu dana unaprijed — to je velika pobjeda hidrologa. Ali oni pokušavaju otići još dalje u budućnost i dati prognoze nivoa vode Kaspijskog mora za pet godina unaprijed.

I kad se razmisli o tome, počinje se vjerovati, da će doći vrijeme, kad će se uz svaki petgodišnji plan sastavljati i petoljetka-prognoza ne samo za mora, nego i za cijelu prirodu države.

Od mozga prema rukama

Prognoza je sastavljena. Potrebno je, da za nju saznadu oni, zbog kojih je i sastavljena.

Meteorolozi i hidrolozi tisućama očiju paze na ponašanje vode i zraka. Od očiju signali idu k mozgu, od mozga prema rukama.

Što su za organizam živci, to su za državu — pošta, telefon, brzojav, radio.

Preko telefona, preko brzojava šalju se upozorenja na oluju, na poplave, na prve jesenje slane, na gololedice.

Četiri puta u toku dana saopćavaju se preko radija iz Moskve sinoptičke karte — u sve lokalne meteorološke biroe, a takvih biroa imamo u našoj državi dvije tisuće. Svake večeri »pretplatnicima vremena« šalje se preko pošte dnevni bilten, otisnut u tiskari. U sedam sati ujutro promatrač izlazi na motrilište, a 2—3 sata kasnije već je izdana prognoza. I gotovo još neosušen bilten upućuje se na razne adrese. Koje bi se nakladno poduzeće moglo pohvaliti takvom brzinom!

Dnevni hidrometeorološki bilten — to je svezak velikog formata na čvrstom papiru.

Na prvoj strani je sinoptička karta za 19 sati prethodnog dana. Ispod nje je pregled sinoptičkih procesa i njihov očekivani razvoj. Tu je rečeno, kako su raspoređeni cikloni i anticikloni, ogranci i ulegnuća, kako se premještaju, što se događa na frontama vremena. I dalje se kaže, što se očekuje u toku slijedećih dana — kako će se produbljivati ulegnuća, premještati anticikloni, gdje će se vrijeme pogoršati, gdje poboljšati.

Pored ove opće prognoze — postoji i prognoza vremena za pojedine rajone. U sjevernom rajonu — snijeg i mećava, u Ukrajini je oblačno vrijeme, povremeno kiše, isto to i u Moskvi. Tu je čak dana i noćna i dnevna temperatura.

Preko obiju strana sveska je karta vremena za prethodna dvadeset i četiri sata. Tu se odmah može vidjeti, gdje su bile kiše, gdje mećave, gdje magle.

Na morima se vide ledena polja, naslage leda, nezaleđena mjesta. Na Ohotskom su moru ledovi, a na Azovskom je led već iščezao.

Pri dnu je pregled i prognoza vremena na morima, temperatura vode na površini, talasanje izraženo ocjenama.

Na posljednjoj je stranici hidrosinoptička karta. Dovoljno je pogledati na nju, pa da se sazna, gdje su rijeke još pod ledom, gdje je led krenuo, gdje je nagomilavanje santi, gdje je »šuga«, gdje je »salo«. Tu je i prognoza o ponašanju rijeka i jezera.

A kao prilog uz bilten — prognoza vremena za prirodni sinoptički period — od 29. ožujka do 5. travnja.

To je već prijelaz na dugoročnu prognozu.

Ali za dugoročnu se prognozu izdaje poseban bilten.

To je također velik, debeo svezak s kartama i tablicama. Ako je svezak izdan početkom ožujka, u njemu ćete naći prognozu vremena za proljeće. Na početku se govori o tome, gdje će u ožujku prevladati visok tlak, a gdje će djelovati cikloni, i kakvo će proljeće stvoriti atmosferski procesi — toplo ili hladno, s velikom ili s malom količinom taloga.

Pored toga, na karti je i budući put proljeća po državi: u Kijevu će temperatura prekoračiti preko 0 stupanja još 20. ožujka, u Lenjingradu će se to dogoditi tek 1. travnja, u Arhangelsku — 10. travnja, u Narjan-Maru poslije 20.

Velik dio biltena ispunjen je prognozama vremena po područjima za čitav ožujak: 1. do 6., od 7. do 11., od 12. do 17. datuma i tako dalje.

Zatim slijede karte i tablice budućeg nadolaska voda i prognoza leda na morima...

Kao neprekidna bujica idu iz Centralnog instituta prognoza sinoptičke karte, izvještaji, opomene, dnevni i satni bilteni.

Oni idu i po zemlji, i pod zemljom, i kroz eter...

Nije potrebno objašnjavati, kako se preko radija daje izvještaj o vremenu.

Ali, kako karta može putovati kroz eter?

Da bi se karta mogla prenijeti, ona se pretvara u niz brojeva. Daktilografkinja otkucava te brojeve na perforatoru kao na nekom pisaćem stroju. Dalje već karta nastavlja svoj put u obliku rupičaste vrpce.

Vrpca odlazi u transmiter, u aparat, koji umije čitati. Transmiter — to je automatski radiotelegrafist. Čitajući vrpcu, on brzojavnim znakovima otkucava njezin sadržaj. Isprekidani znakovi — točka, stanka, točka — idu podzemnim vodovima izvan grada u radio stanicu. I tek tamo, pretvorena u radiovalove, karta polazi na let kroz eter.

Nju hvataju u lokalnim meteorološkim biroima jaki prijemni radio aparati od dvadeset i pet cijevi — visoki kao čovjek.

I radiotelegrafist, ne odvajajući se od slušalica, brzo bilježi na komadiću papira ono, što su mu iz Moskve donijeli radio valovi.

Prsten je zatvoren: samo nekoliko sati prije odavde, s periferije, javljeno je preko radija u centar ono, što su vidjeli promatrači na stanicama. I gle, iz centra je već stigao odgovor, došla je karta, sastavljena na temelju onoga, što su u čitavoj zemlji vidjele tisuće promatrača.

Lokalni sinoptičar provjerava svoje pretpostavke, sravnjuje svoju poštu s primljenom.

I vijesti o sutrašnjem vremenu žure dalje — u uredništvo novina, u upravu pristaništa, na aerodrom, u poljoprivredni odsjek, na željezničku liniju, načelniku saobraćaja, i još na mnoge druge adrese — ljudima koji rukovode radom i vlakova, i brodova, i sovhoza, i tvornica, i električnih centrala i brzojavnih linija. Vijesti idu. Hajdemo i mi za njima.

JEDANAESTO POGLAVLJE

U DANIMA MIRA I U DANIMA RATA

Ukroćivanje rijeka

Jednom sam prilikom zapitao jednog hidrologa:

— Vi u hidrometeoslužbi imate tisuće stanica i postaja, desetke znanstvenih instituta i opservatorija. Na tim stanicama i postajama, u institutima i opservatorijima radi trideset tisuća ljudi. Na sve to troše se stotine milijuna rubalja. Da li se to isplati? Možete li mi točno reći, koliko dajete državi?

Moj sugovornik odgovori, da nema pri ruci brojke. Ali može mi navesti primjer, koji će odmah pokazati, da li je skuplja »tara od mjere«.

Godine 1945. u planinama Srednje Azije nagomilalo se do početka proljeća mnogo snijega — mnogo više nego obično. Mjerači snijega su izmjerili snijeg. Količine zaliha saopćene su hidrolozima u Taškentu.

Baš u to vrijeme sinoptičari su sastavili dugoročnu prognozu i prorekli toplo vrijeme.

Hidrolozi su izvršili proračun. Ako ima mnogo snijega i ako se on bude topio brzo, onda treba očekivati burne i katastrofalne poplave u trima srednjoazijskim republikama.

Visina, vrijeme i mjesto budućih poplava bili su određeni.

O tome je obavještena vlada. Vlada je formirala štab za borbu protiv poplava. Štab je izradio plan borbe. Prema uputama štaba, tisuće ljudi latili su se građenja nasipa i brana, kako bi zapriječili put vodi.

Vodi je pružen nužni otpor. Kad su se rijeke izlile preko obala, gubitaka i pustošenja bilo je mnogo manje, nego što bi moglo biti, da hidrometeoslužba nije pravodobno upozorila na prijeteću nesreću. U čitavoj Srednjoj Aziji poginula su samo dva čovjeka.

I hidrolog je završio svoju priču slijedećim zaključkom:

Samo to jedno upozorenje na poplave opravdalo bi izdržavanje svih stanica i postaja hidrometeoslužbe tokom čitave godine.

Vrijeme nas napada iznenada, bez objave rata. A hidrometeoslužba, kao izvidnica, pruža nam podatke o pripremama za napad, o koncentriranju neprijateljskih snaga mnogo prije početka borbene djelatnosti.

Prvih dana mjeseca ožujka godine 1946. rijeke su u našoj zemlji još bile okovane ledom.

Sve je bilo mirno i tiho.

Ali su hidrolozi već znali, da će proljeće biti nemirno.

Naročito je veliku sumnju izazivala rijeka Ural. Kad se ne bi radilo o rijekama, nego o ljudima, moglo bi se reći, da Ural namjerava podići ustanak, da napadne gradove Uralsk, Čkalov i Orsk, da prodre u podrume, da poruši slagališta na obali, da razruši željeznički nasip, da odnese mostove.

Prolazili su dani. I svakim je danom postajalo sve jasnije, da se na ustanak ne priprema samo Ural.

U Sibiru je Tobol prijetio tvornicama i obalskim četvrtima Tjumena.

A u Turkmeniji kao da su se dogovarale rijeke, da ljeti ne daju vode poljima i naseljima.

Hidrolozi su znali, u čemu je tajna ove zavjere: u tome, da i Ural, i Tobol i Tedžen u Turkmeniji ulaze u veliki savez rijeka, jezera i mora, povezanih zajedničkim životom, općim kružnim kretanjem vode.

Hidrolozi su dali signal. I odmah se na Uralu, u Sibiru i u Turkmeniji tisuće ljudi počelo spremati za predstojeću borbu protiv prirodne sile.

U Tjumenu počeše pojačavati nasipe, kako bi žaštitili tvornice i grad. U Uralsku su izvodili radove zbog zaštite željezničkog mosta.

A izvidnica je davala sve nove vijesti sa Zapada i s Istoka.

Na Zapadu se bunio Njemen. Most kod grada Kovna nije propuštao led. I stvorene naslage leda sve više su podizale vodu.

Na Istoku su avioni ledne izvidnice otkrili naslage leda na rijeci Leni. Poplava je prijetila Jakutsku.

Hidrolozi su prevrtali po »Katalogu ugroženih mjesta« i utvrdili, kojim gradovima, tvornicama, mostovima, električnim centralama prijeti opasnost.

Centralni institut prognoze slao je putem žica i bežičnim putem opomenu za opomenom.

I kad su rijeke počele otkazivati poslušnost, to više ni za koga nije bilo iznenađenje.

Na Njemenu je srušen most, koji je bio krivac za sve nesreće. A ledena brana, koja se bila stvorila kod mosta, razbijena je bombama iz aviona. U gradu su se stanovnici obalskih četvrti na vrijeme povukli na veću visinu, do koje se voda nije mogla popeti. Pa i pored toga, što se voda u nekim ulicama popela više od čovječjeg rasta, žrtava nije bilo.

U Uralsku je voda počela podrovavati željeznički most, ali je zaštitnim radovima i popravcima most bio spašen.

U Tjumenu je uspjelo zaštititi od poplave znatan dio grada i najveće tvornice.

U šest slučajeva od sedam hidrometeoslužba je umjela pravodobno proreći nesreću. I to je državi uštedjelo milijune rubalja i mnoge ljudske živote.

Ali se najedamput dogodilo, da upozorenje nije bilo dano na vrijeme.

Dana 25. svibnja u planinama kod grada Erivana izlio se neviđen pljusak. Rijeka Čedar izlila se preko obala i pojurila kao brza bujica, spirući zemljište, čupajući stabla,

odnoseći ne samo male kamičke, nego i ogromne stijene. Blatno-kamena bujica bacila se na grad, rušeći kuće, odnoseći drvene mostove. Telefon i brzojav prestali su raditi. Tramvajske su tračnice bile razrovane. U Zoološkom je vrtu voda razbila ograde i kaveze. Zvijeri su ginule u valovima, jer se nisu uspjele spasiti.

Kad su stali proračunavati gubitke, ustanovilo se, da je bujica porušila šest stotina kuća, oštetila četiri stotine, nanijela štete oko 52 milijuna rubalja. Poginulo je 28 ljudi, a osam ih je bilo ozlijeđeno.

Zašto to nije bilo unaprijed kazano?

Zato, što još nema načina, da se bujica predvidi mnogo vremena prije. Tu se opomena daje tek uoči nesreće.

Eto, koliko je važno da znamo pravodobno upozoriti na ponašanje prirodne sile.

Plan i prirodna sila

Postoji statistika nesretnih slučajeva. Ona se bavi mračnim poslom: prebrojava koliko ljudi gine u brodolomima, poplavama, požarima.

Šteta, što ne postoji i druga statistika, koja bi brojila sretne slučajeve. Tada bi znali, kolikom je broju ljudi hidrometeoslužba spasila život, na vrijeme ih upozorila na oluju ili na poplavu. Mogli bismo točno kazati, koliko bogatstva uštedi državi svaka prognoza, koja proriče vijavice, mrazove, sušu.

Vrijeme je novac — kaže stara poslovica.

Atmosfersko je vrijeme novac, moglo bi se reći s istim pravom.

Kiša za vrijeme suše — to su milijuni rubalja dobitka.

Ista ta kiša, ako izazove poplavu — to su milijuni rubalja gubitka.

Našu poslovicu možemo upotpuniti: ponekad je vrijeme — novac, a događa se i to, da bude — gubitak novca. I zato je i potrebna meteorološka služba, da bi gubici zbog vremena bili manji, a dobici — veći.

Kao stražar bez smjene stoji hidrometeoslužba na straži štiteći nas, i naše kuće i naše putove.

Negdje tamo iznad planina Tadžikistana, na visini gotovo od četiri do pet tisuća metara, nalazi se avion. Zračni put iz Staljinabada u Horog i Iškašim prolazi preko klanaca. Dovoljno je, da oblak zatvori vrata u klanac, pa da se avion mora vratiti. A ako oblaci zatvore sve prolaze i izlaze, avion se može razbiti o planinske litice.

Ali pilot sigurno vodi svoj aparat. On zna, da je put unaprijed slobodan. Kad bi prijetila bilo kakva opasnost, službujući sinoptičar ne bi pustio aparat s aerodroma.

Hidrometeoslužba ne samo da je stražar bez smjene, ona je dispečer. Bez nje je nemoguć pravilan saobraćaj brodova i aviona, željezničkih linija i parobroda, električnih centrala i brzojavnih linija.

Lađari na Volgi pitaju hidrometeoslužbu — je li vrijeme, da se lože brodovi i da se izvjese zastavice za navigaciju. Splavari, koji prevoze drvo za građu saznaju, hoće li biti mirno na Onješkom jezeru. Voćari Crnomorskog primorja žele znati, ne će li žega naškoditi breskvama i kruškama pri transportiranju na sjever. Ribari na Kaspijskom moru ne počinju lov, dok se ne posavjetuju s hidrometeoslužbom. Pomorci na obalama Kolskog poluotoka gledaju na signalne jarbole: nema li signala za oluju? Ako ima, bolje je da ne izlaze na pučinu, teško li je vjetru prevrnuti mali brodić!

Meteorološki biro zovu telefonom iz riječne milicije: da li se u nedjelju očekuje lijepo vrijeme. Ako će biti lijepo vrijeme, bit će mnogo kupača, treba biti na oprezu, kako bi se spasavali nevješti plivači.

Nogometaši se interesiraju, ne će li vrijeme ometati utakmicu između Moskve i Tbilisia.

Zimi škole i zabavišta pitaju, da li će dugo trajati hladnoća.

U našoj se zemlji rad izvodi po planu. A vrijeme ne usvaja plan, ono živi stihijski, kao što i priliči prirodnoj sili.

I, eto, prisiljeni smo da uzimamo u obzir prirodnu silu, kako nam ona ne bi kvarila račun.

Kad se radi o poslu sutrašnjega dana, ili o takvom, koji nam predstoji za mjesec dana, mi zavirujemo u dnevni bilten ili dugoročnu prognozu hidrometeoslužbe.

Ali naši se planovi ne izrađuju za jedan dan ili za jedan mjesec. Svakih pet godina mi izrađujemo plan za pet godina unaprijed. A ono, što se planira ovim planom, mora biti izračunato za decenije, a ponekad i za stoljeća.

Da li postoji takva naddugoročna prognoza, izračunata za mnogo godina unaprijed.

Hidrolozi već daju prognoze nivoa vode Kaspijskog mora za godinu, pa čak i za pet godina.

Ali teško da će ljudi biti u stanju da daju prognoze vremena za stoljeće unaprijed — za svoje praunuke.

Međutim, takav se zahtjev i ne postavlja.

Kad gradimo visoku zgradu, za nas nije važno da znamo, kakav će vjetar biti deset ili sto godina kasnije. Mi moramo da znamo najjaču snagu vjetra i hoće li takav vjetar srušiti našu građevinu.

A da bismo to saznali, moramo se obratiti za pomoć informiranim ljudima.

Isto onako, kao što se zrakoplovac pred uzletanje savjetuje sa sinoptičarom, tako se i graditelj mora prije početka rada posavjetovati s klimatologom i hidrologom.

»Gradi, a kasnije ćeš proučiti«

Nedavno mi je dospio do ruku članak američkog hidrologa G. Stewensa. Članak je izišao u obavijestima Hidrološke sekcije Američkog geofizičkog društva.

Ali je napisan tako veselo, da bi se mogao tiskati i na stranama humorističkog lista.

Mister Stewens priča, kako je u Americi izvođen u početku rata jedan veliki građevinski pothvat.

»Inženjera-građevinara pozvali su iz stare firme »Gradi — kasnije ćeš proučiti«. Mjesto je bilo izabrano, farmeri potjerani sa zemlje, ambari, kuće, vjetrenjače, ograde porušeni, a zemlja očišćena. Podignuti su plotovi i stražare.

Stigli su poduzetnici i počeli graditi prostorije za smještaj svoga štaba, za činovnike uprave i za osoblje građevinskih inženjera.

Smatralo se sigurnim, da će se moći koristiti bogate rezerve vode iz rijeke Prevare, koja protječe tu u blizini. Ali, kako je građevina rasla, voda je opadala. Nekome je palo na pamet da izvrši ispitivanje... Ovo zakašnjelo ispitivanje otkrilo je žalosnu činjenicu, da voda svake godine gotovo potpuno presušuje i da rezervoara za vodu nema.

Milijune dolara stajalo je ovo učenje hidrologije u ratu, ali su mnogo važnije milijarde dolara nepovratno izgubljenog vremena«.

Mister Stewens u isto takvom humorističkom stilu priča i o drugim sličnim slučajevima.

Negdje tamo u blizini oceana počeli su bušiti bunare, ne posavjetovavši se s hidrolozima. Našli su vodu — mnogo vode, ali je ona bila slana.

U brzini su neuredno postavljali na rijekama zajaženja i brane, pregrađivali riječna korita stupovima mostova.

Pri tom su često zaboravljali, da se na svijetu događaju pljuskovi i poplave, i tek kad bi se rijeke izlile iz svojih korita, baksuz-graditelji bi počeli zazivati u pomoć hidrologiju i meteorologiju, moleći za spas.

Eto, što se događa, kad ljudi rade, držeći se načela: »Gradi, kasnije ćeš proučiti«.

Mister Stewens potpuno opravdano primjećuje, da se mnogo bolji rezultati postižu, ako se pozove građevinski inženjer iz opreznijeg poduzeća: »Ispitaj, kasnije ćeš sagraditi«.

I, zaista, mnogo je korisnije, da se prethodno pitaju hidrolozi o sigurnom mjestu za izgradnju tvornice, nego da se podiže tvornica tamo, gdje će je poplaviti prva proljetna poplava.

Liječnici se često žale, da im se obraćaju prekasno. Ali hidrolog i klimatolog također često dospijevaju u sličan položaj: nije lako ukazati pomoć, kad se voda već sprema da se izlije iz korita!

U jednom udžbeniku klimatologije pročitao sam ovu rečenicu: »Nema nijedne veće izgradnje u SSSR, u koju sovjetski klimatolozi ne bi uložili svoj udio truda i znanja«.

To bi se isto moglo reći i za hidrologe.

Gradi se željeznička pruga. Klimatologa pitaju, kako da se izbjegnu opasna mjesta. Gdje su jače mećave, magle, gololedica. S hidrologom se savjetuju: kako da se ispod pruge propuste potoci i rječice. Kakve cijevi da se u tu svrhu postave, kakvi mostovi da se izgrade?

Podiže se električni vod ili brzojavna linija. Inženjer mora odlučiti kakve će stupove postaviti, kakve će vodove upotrebiti, da ih ne bi prekinula gololedica.

O ovome se on mora informirati kod klimatologa. Jer samo klimatolog može reći, hoće li buduća linija imati posla s gololedicom.

U Donbasu se ponekad vodovi pokrivaju ledenom korom od 80 centimetara promjera, pa čak i više. Led svojom težinom lomi šalice s izolatorima, kida vodove, ruši stupove. U takvim slučajevima stupove treba postaviti na željezne temelje i razapinjati naročito jake žice.

Stup je obična stvar, ali i on ima svoje zahtjeve za život.

A u Kareliji se ne treba plašiti gololedice. Tamo bi predebeli vodovi bili suvišna raskoš.

Na Volgi se gradi velika brana. Kad brana bude sagrađena, voda će se pred njom razliti i stvoriti ogroman rezervoar — pravo more od tisuće četvornih kilometara.

Za to more bit će potrebno da se grade brodovi. Ali, predračun broda zavisi od valova, a val od vjetra.

Kakav će biti vjetar na tom moru? I kakve brodove treba graditi, da budući vjetar ne bi potapao buduće brodove na budućem moru budućim valovima.

Ovu zavrzlamu može riješiti samo klimatolog.

Kad su naši zrakoplovci označavali na karti zračnu trasu od Moskve u SDA preko Isanda i Grönlanda, oni su pitali klimatologe: s kakvim vremenom moraju računati na ovom putu?

Klimatolozi su odgovorili: treba da izaberete — da li da letite s povoljnim vjetrom, ali pri lošem vremenu, ili da letite po lijepom vremenu, ali s protivnim vjetrom.

I zrakoplovci su bili prisiljeni riješiti pitanje: da li da uzmu više goriva i da duže lete, boreći se protiv protivnog vjetra, ili da riskiraju, da se probijaju kroz bure i magle, ali zato da uštede gorivo i vrijeme.

Klimatolozima postavljaju ponekad najneočekivanija pitanja.

Pitaju ih, na primjer, kako da se sječe šuma, kako da se prave prosjeci u šumi — sa zapada na istok, ili sa sjevera na jug.

Reklo bi se, što će tu klimatolog?

A bez klimatologa se tu ne može; jedino on zna, gdje i na koju stranu duvaju vjetrovi. Prosijecanje u šumi treba tako praviti, da bi vjetar donosio na njega sjeme. Tada će pokraj starog drveća rasti mlado.

A ako se radi po receptu »sijeci, kasnije ćeš proučiti«, prosječeno mjesto u šumi može ostati golet usred šume.

Umijeće sve znati

Inženjeri su u našoj državi navikli da se obraćaju za savjet meteorologiji i hidrologiji.

Na Dnjeprostroju je bila vlastita privremena hidrometeoslužba. Na Bjelomorsko-baltijskom kanalu je bio naročiti laboratorij, u kojemu je poznati hidrolog A. F. Lebedjev proučavao kretanje vode u zemljištu.

Inženjerima je poznato, da se ni najobičnija kuća ne može sagraditi, ako se prethodno ne sazna, da li zemlja duboko promrzava i da li zimi mnogo snijega pada na krov.

Inženjeru ostaje manje briga i uznemirenja, ako se prije gradnje mosta, vodovoda, hidrocentrale posavjetuje s hidrologom.

Zato sve više briga prelazi na hidrologa.

Hidrologa zovu preko telefona:

Projektiramo rezervoar za vodu na toj i toj rječici. Voda je potrebna za željezničku stanicu. Koliko nam vode može dati rječica?

Treba odmah odgovoriti. Ljudi sutra odlaze. Ali kakav odgovor da im se dade? Hidrolog sjedi u svom kabinetu, u Lenjingradu. A rječica je na Dalekom Istoku.

Iskreno govoreći, hidrolog za tu rječicu nikad nije ni čuo. U našoj državi ima sto tisuća rijeka s ukupnom dužinom od milijun i po kilometara. Kako da se sve upamte? Ne može jedan čovjek sve znati i pamtiti.

Mi imamo na rijekama tri ili četiri tisuće vodomjernih postaja. Da bi se detaljno ispitala svaka rječica, trebalo bi podići stotine tisuća stanica.

Državni hidrološki institut svake godine šalje ekspedicije, koje obilaze i pregledaju rijeke, rječice i potočiće naše države.

Međutim, je li lako prijeći pješice ili na čamcu milijun i po kilometara! To je pet puta duže nego od zemlje do mjeseca.

Mreža postaja i stanica radi kod nas više od pedeset godina. Za to vrijeme one su sakupile ogroman broj podataka. Skupljeno je toliko mnogo brojeva; da su službenici Državnog hidrološkog instituta bili prisiljeni utrošiti punih osam godina, da te brojeve potpuno srede.

Dobivena je knjiga od mnogo svezaka i mnogo strana. Kad su sve njezine sveske stavili jedan na drugi, podigla se gotovo do stropa kula od knjiga.

Taj opis voda naše zemlje zove se »Katastar voda SSSR«. On sadrži stotine tisuća strana.

U »Katastar voda« zaviruje i učenjak, koji proučava rijeke, i inženjer, koji gradi branu, i suradnik Državnog plana, koji radi na brojevima Petoljetke.

Pa ipak, u toj ogromnoj knjizi nisu obuhvaćene sve rijeke u našoj državi. Jer naša zemlja nije mala!

Kako je hidrologu, koji s telefonskom slušalicom u ruci razmišlja o rječici, što teče negdje na Dalekom Istoku?

Te rječice nema u »Katastru voda«. Do nje još nisu doprli istraživači.

A je li neophodno potrebno, da svaka rječica bude proučena, opisana i uvedena u knjige?

Da bi se proučile životinje u šumi, nema nikakve potrebe, da se proučava pojedinačno svaki zec i svaka lisica. Svi zečevi nalik su jedan na drugoga. Dovoljno je upoznati jednog zeca, pa da čovjek poznaje sve.

I s rijekama je gotovo isto tako. Mnoge rijeke jednog rajona naliče jedna na drugu. Tamo, gdje je klima vlažna, rijeke nose sto puta više vode, nego u suhim stepama ili u pustinjama. Rijeke koje teku kroz šumu drukčije se ponašaju, nego stepske rijeke.

Rijeke su kćeri klime. I nije čudo, što rijeke jedne te iste klime imaju porodičnu sličnost.

Proučavajući brojeve, sabrane za mnogo godina na riječnim promatračnicama i stanicama, hidrolozi vide, da negdje tamo na Sjeveru rijeke primaju po 10 litara vode u sekundi sa svakog kvadratnog kilometra teritorija, kojim vladaju. Na Jugu su rijeke prisiljene da se zadovolje samo s dvije litre. Na Jugoistoku, u Srednjoj Aziji one s teškoćom dobivaju po pola litre.

A na Kavkazu, u Crnomorskom Primorju one ubiru od zemlje najbogatiji danak — 70 litara sa svakog četvornog kilometra.

Hidrolozi na karti linijama spajaju mjesta jednakog otjecanja . . .

Ali smo opet zaboravili na onog lenjingradskog hidrologa, koga smo ostavili u kabinetu pokraj telefonskog aparata.

Hidrologa su pitali, kojom količinom vode raspolaže rječica, što teče negdje na Dalekom Istoku. On za tu rječicu čuje prvi put. Ali on ne očajava. Uzima kartu i gleda. Na karti, u rajonu, gdje protječe rječica, prolazi linija jednakog protjecanja. Uz liniju je natpis: 10 litara.

Hidrolog, ne spuštajući slušalicu, uzima još u obzir, kolika je površina njezinog sliva. Rijeka sabire vodu s površine od dvije tisuće četvornih kilometara. Prema tome, ona nosi dvadeset tisuća litara u sekundi, 630 milijuna kubnih metara za godinu dana.

Godine, međutim, nisu slične jedna drugoj. Nema pravila bez iznimke. U godinama s malo vode, a takva je po jedna u trideset ili četrdeset godina, rijeka može dati deset puta manje vode nego obično. Da bi se za svagda izbjegao nedostatak vode, treba proračunati rezervoar za godinu najoskudniju vodom.

Hidrolog primiče sebi drugu kartu. Na prvoj je karti bilo prikazano ono, što se dešava obično, kao pravilo. A druga karta — to je karta izuzetaka, odstupanja od pravila. Sva mjesta, gdje su odstupanja jednaka, spojena su linijama.

Hidrolog vidi, da pokraj rijeke prolazi linija, kod koje stoji broj 5. To znači, da u godini, oskudnoj vodom, rijeka nosi pet puta manje vode nego obično.

Redovito ona daje 630 milijuna kubnih metara, a u godini oskudnoj vodom dat će samo 126 milijuna.

I hidrolog odgovara svom sugovorniku, koji već počinje izražavati nestrpljivost:

— Računajte, da će vam rijeka dati oko 120 milijuna kubnih metara u godini, oskudnoj vodom, koja se ponavlja svakih četrdeset godina.

Tako, gledajući na karte, hidrolog može od oka izraditi sliku rijeke, koju nikada nije vidio. On može kazati, koliko ona nosi vode i kako se ponaša u razno doba godine. On može po satima i minutama izračunati uspon i pad njezina vodostaja poslije svakog pljuska.

Tu vještinu — da sve zna i sve pamti — dala mu je nauka.

Što bi se dogodilo s jadnom čovječjom glavom, kad bi morala primiti u sebe milijune brojeva i stotine tisuća strana Katastra voda.

Ali glava — je glava. Ona se prihvaća razmišljanja. Iz milijuna brojeva ona izvodi opće zakone. A ove je zakone lako predočiti u obliku linija na karti ili u obliku formula, koje se lako pamte.

Na taj način ne štedi se samo rad i vrijeme učenjaka, nego i vrijeme stotina tisuća radnika, koji proizvode cement, željezo, onih, koji rade na građenju brana, hidrocentrala, mostova.

Ranije se, dok još nije bilo takvih karata i formula, događalo, da je inženjer računao sve s velikom rezervom — »za svaki slučaj«.

»Za svaki slučaj« postavljali su most mnogo više iznad vode, nego što je potrebno.

»Za svaki slučaj« gradili su mnogo jaču branu, nego što je bilo potrebno.

Kad bi željeznička linija presijecala dolinu, »za svaki bi se slučaj« gradili otvori u nasipu dvaput ili triput veći nego što je bilo potrebno.

»Tko će znati — mislio je inženjer — kakvi će ovdje biti pljuskovi i poplave. Zar nije bolje da se napravi veći otvor propusta!«

Ali se po nekoliko takvih otvora nalazi na svakom kilometru pruge. I ako se željeznička linija pruža tisućama kilometara, ovo slavno »za svaki slučaj« staje desetke, ako ne i stotine milijuna rubalja.

Prevelik višak čvrstine ili razmjera — prvi je znak, da je kod inženjera nedovoljna zaliha znanja.

Tako su nekad graditelji kula pravili zidove prvog kata od jednog saženja[1] debljine, zato što ih nisu umjeli proračunati.

U Državnom hidrološkom institutu pričali su mi o istraživanjima, koja su tamo vršena pod rukovodstvom profesora Sokolovskog. Profesor Sokolovski i njegovi suradnici ušli su u suštinu zakona riječnog proticanja. Izrazu »za svaki slučaj« oni su objavili rat ne na život, nego na smrt. Na temelju tih ispitivanja, smanjen je postotak sigurnosti za razmjere mnogih riječnih uređaja. I to je državi uštedjelo ogromna sredstva.

Na svakom koraku moramo se sjećati zakona o riječnom protjecanju.

[1] Saženj — hvat, 1,88 m.

Sad se, na primjer, kod nas provodi ovlađivanje malim rijekama.

Rječica koja protječe kroz selo, naravno, nije Dnjepar. Na njoj se ne može sagraditi Dnjeproges. Ona izgleda velika samo patkama, koje po njoj plivaju. Ali i na njoj može biti sagrađena kolhozna hidrocentrala s drvenom turbinom, da bi riječna energija osvjetljavala kuće, crpla vodu, pilila grede.

Ali se ni ovdje ne može raditi po receptu: »Gradi kasnije ćeš proučiti«.

Mala rijeka ima svoje osobine. Ona se ne ponaša kao velike. Ponekad, u proljeće toliko se razlije, kao da je naumila postati šira od Volge. A ljeti je i kokoš pregazi.

Kako onda da proučimo sve rječice, na kojima se mogu sagraditi hidrocentrale? Rječica ima mnogo, ne manje od dvadeset i pet tisuća. Ne možemo na svakoj postaviti vodomjernu postaju. I tu hidrologu opet pomaže poznavanje zakona rječnog otjecanja. Dovoljno mu je da prouči neke male rijeke, pa da upozna i sve ostale njima slične.

A klimatolog! Od njega se također zahtijeva, da zna sve, da bi u slučaju potrebe mogao reći, kakva je klima u bilo kojem mjestu naše države.

Sve klime na svijetu su obrađene i registrirane. Prema klasifikaciji ruskog učenjaka B. P. Keppena postoji jedanaest osnovnih klima. Naša zemlja nije bogata samo rijekama, nego i klimama: imamo ih sve, osim tropske. I svaka klima ima mnogo raznih nijansi. Ne mogu se naći ni dvije točke na zemljinoj kugli, na kojima bi klima bila potpuno ista. Čak i na raznim padinama jednog istog brda klima je različita: na južnoj padini je toplija, na sjevernoj hladnija.

Kako onda da pamtimo sve nijanse klime u sjevernoj tundri i u južnoj stepi, u sibirskoj tajgi i na bjeloruskoj močvari?

Da bi olakšali pamćenje, klimatolozi su izradili priručnike. Već je izišlo nekoliko izdanja klimatskih priručnika.

Klimatologija je rođena sestra Katastra voda. Ona je sva skroz ispunjena brojevima. Pa ipak, svako njezino izdanje razgrabi se brže od nekog novog romana.

Jer bez klimatskog priručnika ne može se snaći ni jedan inženjer, koji projektira. A koliko li se projekata sastavlja u našoj državi? Prema Petogodišnjem planu, kod nas treba da se izgradi 2700 novih poduzeća — tvornica, hidrocentrala, rudarskih okna, rudnika.

Ali u Klimatologiji su navedene samo one točke, na kojima su tokom mnogih godina vršena promatranja na stanicama. A što će biti s mjestima, na kojima nema stanica. Tu se opet moramo obratiti za pomoć karti, na kojoj je linijama ili raznovrsnim bojenjem prikazano, kako se mijenja klima od jednog mjesta k drugom.

Pogledavši na klimatsku kartu, vi možete odmah reći, koliko stupanja dostiže najveća žega u Turkmeniji ili najveći mraz u Jakutskoj tajgi. Vi možete odrediti, da li je u Moskovskoj oblasti zimski snježni pokrivač debeo, i kada u Kareliji počinje vožnja saonicama.

Od takvih karata sastavlja se sada Veliki klimatski atlas SSSR.

Atlas se ne zove uzalud veliki. Čak ni divu iz bajke Atlantu, od čijeg imena je postala riječ atlas, ne bi bilo tako lako držati na leđima Veliki klimatski atlas SSSR.

Na sastavljanju ovog Atlasa rade svi klimatolozi u državi. Nije to mala stvar! U njemu mora biti sabrano i uopćeno sve ono, što su sve meteorološke stanice u državi promatrale u toku sto godina.

Tako nauke o klimi, o vodi, o vremenu služe našoj državi u dane mira.

A što one rade u vrijeme rata?

Postoje osnovne vojne nauke: strategija, taktika, balistika . . . Njihova je uloga svakom poznata.

Ali, što mogu pridonijeti na bojnom polju meteorologija ili hidrologija?

Karta i teren

Ušlo je u običaj da se vojskovođe slikaju za kartom. Stojeći pred kartom ili nagnuvši se nad njom, vojskovođa pregleda teren, koji će sutra postati bojno polje.

Ali teren nije samo mjesto akcije.
Teren je i sam aktivan. On se različito ponaša po različitom vremenu i u razno doba godine.
Teren svaki čas stavlja na sebe masku, koja skriva njegov pravi lik. Ta je maska čas zelena, čas žuta, čas bijela.
Zimi se dno jaruge krije pod slojem snijega u visini čovječjeg rasta. Vjetar s polja nanosi snijeg u doline. Kraj svakog brežuljka uzdižu se snježni smetovi. Ne možeš prepoznati, gdje je snježni brijeg, a gdje pravi.
U proljeće i ljeto rijeke postaju čas šire, čas uže. Plićaci se čas pojavljuju, čas iščezavaju. Potočić se pretvara u široku vodenu prepreku.
Močvarna stepa postaje za vrijeme studeni prolazan put. A prolazni se put u kišovito vrijeme pretvara u kaljužu.
Karta se mijenja i brka sve karte u igri.
Neprohodnost putova može zaustaviti ofenzivu. Snijeg može učiniti, da se konjica zaglibi na mjestu, a da pješadija, na skijama, bude brža od konjice.
Figure na tabli mijenjaju svoje značenje: od konja postaje pješak, a od pješaka — konj.
Teren se mijenja poslije svakog pljuska i svake mećave. A na karti se to ne vidi.
I onaj vojskovođa, koji uzima u obzir samo kartu, a ne uzima u obzir vrijeme, izlaže se opasnosti da izgubi bitku.
Svi znaju, da je Napoleon svoje neuspjehe svaljivao na rusku zimu, koja nije bila — uzgred budi rečeno — godine 1812. tako surova. Napoleon je tvrdio, da ga na povlačenje iz Rusije nije natjerala ruska armija, nego ruska zima. Ali s isto toliko opravdanosti on se mogao žaliti i na ljeto, a ne samo na zimu. Jer izgleda, da mu ni ljeto nije bilo naklonjeno.
Noć uoči 18. lipnja godine 1815. Napoleon je proveo za kartom. On je brižljivo proučavao okolinu malog gradića Waterlooa. Ovdje se sutradan izjutra imala voditi odlučna bitka.
Napolju se prolamala grmljavina. Mlazovi pljuska udarali su po krovu. Vrijeme je gromoglasno upozoravalo na

svoju prisutnost. Ali mu Napoleon nije poklanjao pažnju. On je proučavao na karti bojno polje, ne misleći na to, da samo za nekoliko sati teren može postati takav, da se ne može prepoznati.
Ujutro su topnički oficiri izvijestili Napoleona, da su sva okolna polja i putovi pretvoreni u more blata i da je po takvim putovima artiljeriji teško manevrirati.
Ali Napoleon se nije odrekao svojih planova i dispozicija. Po njegovu naređenju vojska je krenula u napad. Vojnici su se poklizivali i padali, krećući se po raskvašenoj glini. Topovi su se glibili u blatu tako, da su ih svakog časa morali gurati za točkove. Ljudi su malaksali prije nego što su se i sreli s neprijateljem.
Prema Napoleonovoj dispoziciji morao je na bojno polje u odlučujućem trenutku stići maršal Grouchy s rezervom. Ali nije tako jednostavno proći neprohodnim putem. Grouchy je zakasnio i pored svojih napora da stigne na vrijeme.
I riječ »Waterloo« je počela za Francuze značiti isto, što i riječ »poraz«.
Pa, što je omelo Napoleona?
Njega je omelo zanemarivanje vremena. On je previše povjerovao mrtvoj topografskoj karti, a nije računao s tim, da teren živi i da se mijenja.
Što onda treba uraditi, da karta ne bi bila mrtva i nepokretna shema, nego živo predočavanje terena?
Danas je takva živa karta još potrebnija, nego u doba Napoleona.
Jer su se na tabli pojavile nove figure: osim pješadije, konjice i artiljerije sada na bojnom polju i iznad bojnog polja djeluju strojevi: avioni, tenkovi, kamioni, mehanizirana oruđa. Svaka se figura kreće na svoj način. Stoga je potrebno znati, kako se ove figure kreću.
Nekad su ljudi odoka procjenjivali, kuda može proći pješak, a gdje konjanik. Pomagalo im je životno iskustvo, stečeno tokom vjekova.
Svaki seoski dječak je znao preko koje močvare možeš proći, prebacujući se s humka na humak, a preko koje je bolje i ne pokušavati.

Kad su se, pak, pojavili strojevi, nitko nije mogao točno kazati, gdje je za njih put, a gdje nema puta.

Kretanje konja je bilo poznato. A kretanje tenka bilo je još neizvjesno.

Slani su naprijed izviđači i oni su odoka procjenjivali, da li tenk može prijeći preko močvare ili ne.

Dolazilo je i do sporova.

Jedan izviđač je govorio: »Može proći«!

Drugi je isto tako uvjerljivo tvrdio: »Ne može«!

Takav se spor mogao otegnuti u beskonačnost. Jer, dokaze nije imao ni jedan ni drugi.

Da bi se riješio spor, slan je naprijed tenk na pokus. Ako je tenk propadao, smatrano je, da je močvara neprolazna. Ali je takvo provjeravanje stajalo odveć skupo.

Jasno je bilo, da ovdje nije dovoljno samo životno iskustvo. A gdje je nedovoljno životno iskustvo, tu je potrebno izvršiti naučno ispitivanje.

I tako je godine 1942. Državni hidrološki institut poslao ekspedicije na Ural.

Preko močvara su krenuli u pohod tenkovi, kamioni, topovi. To nije bio pohod protiv neprijatelja, nego protiv neznanja. Ali je i neznanje — također opasan neprijatelj.

Hidrolozi su sastavljali sheme, pravili proračune. Sve su jasnija postajala pravila igre: kako se kreće laki tenk, a kako teški.

Prije su naprosto smatrali, da su za tenkove močvare teško prolazne ili potpuno neprolazne. A sada se ustanovilo, da preko jedne močvare tenk može proći, a preko druge ne. Jer se močvara od močvare razlikuje: postoje mahovinaste močvare, a ima ih i travnih. Na jednoj se močvari i voda odmah vidi, a na drugoj se ne vidi, nego se samo čuje — šljapka pod nogama pri svakom koraku.

Jedna ista močvara nije uvijek ista. Močvara, neprolazna ljeti, zimi postaje ugodan put ne samo za lake, nego i za teške tenkove. Smrznuta močvara je čvršća od leda na rijeci. Odozgo zamrznuti sloj ojačavaju stabljike i žile, a odozdo se on oslanja na čvrst temelj — treset.

Ali se tenkovi i drugi strojevi ne kreću samo po močvarama. Nekad je potrebno, da se kreću i po dubokom snijegu, i po raskaljanim putovima, i preko leda na rijekama i jezerima.

Naši meteorolozi i hidrolozi svladali su taj ogromni posao. I na stolu vojskovođa su se pojavile pored obične topografske karte i nove, dotle neviđene karte.

Ove su karte imale čudne nazive: karta izdržljivosti opterećenja prijelaza preko riječnog leda, snježno-tenkovska karta, karta prolaznosti močvara, vojnohidrološka karta.

Obična geografska karta sastavlja se za mnogo godina i doživljuje katkad duboku starost.

Sjećam se tih zaslužnih, starih karata, po kojima sam nekad učio u školi. One su namotavane na letvicu, da se ne bi derale. Pa ipak su se derale od česte i duge upotrebe. Na karti zemljinih polukugla Južna Amerika je bila odvojena od Sjeverne poderotinom na mjestu, gdje je bila presavijena. I u Atlantskom oceanu nalazila se u obliku nekog nepoznatog otoka mala, ali jasno uočljiva zakrpa: tu je nekada neki previše marljivi đak poderao kartu štapom za pokazivanje.

Mnogo je kraći vijek vojne karte prohodnosti putova.

To je karta — prognoza. Ona se ne sastavlja prema prognozi vremena za nekoliko godina ili decenija, nego za nekoliko dana. Poslije svake jugovine, poslije svake mećave karta se mora zamjenjivati novom.

Zato to nije skamenjena, nije mrtva, nego živa karta.

Dovoljno je da pogledamo na nju, pa da vidimo teren onakav, kakav je, ili kakav će biti sutra, da bismo odredili, kuda tenkovi ili topovi mogu proći, a kuda ne mogu.

Postoje sada i takve karte, na kojima nije pokazana samo prolaznost putova, nego i mnogo šta drugo: na primjer, granice, do kojih se rijeke izlivaju u proljeće, gazovi, zgodni za prijelaz preko rijeke.

To su vojnohidrološke karte.

Tko ima takve karte u rukama, on ima — i karte u ruci. Tako hidrologija pomaže vojsci da se bori.

Kod Nijemaca je to »hidrološko osiguranje vojske« za vrijeme rata bilo provedeno lošije, nego kod nas.

Prve zime, kad su se Nijemci približavali Moskvi, pokazalo se, da se oni boje snijega zato, što ga ne poznaju.

Oni su se trudili da se drže putova. A naša ih je vojska jurila s putova. I tisuće njemačkih tenkova zapadalo je u snijeg.

Nijemci nisu poznavali ni močvara. Njihove karte prohodnosti pokazivale su, da su močvare za tenkove nepristupačne. Nijemci su mislili, da čak i zimi močvara postaje prohodna tek kad se smrzne za čitav metar u dubinu.

Godine 1942. Nijemci su pripremali liniju obrane u oblasti Velikih Luka i Rževa: kopali su protutenkovske rovove, podizali utvrđenje. Ali tamo, gdje su bile močvare, nisu gradili utvrđenja. Vjerovali su, da ih močvare štite od neprijateljskih tenkova bolje nego bilo kakvi bunkeri.

To je bila griješka, koju je naša komanda umjela iskoristiti.

U prosincu su se močvare smrzle. Naši su tenkovi prešli preko močvara i neočekivano se pojavili u njemačkoj pozadini.

I Nijemci su se na osobnom iskustvu uvjerili, da loše poznavanje karte povlači za sobom kaznu, ne samo u školi, nego i u ratu.

Prirodna sila — neprijatelj i prirodna sila — prijatelj

Prirodna sila može biti i neprijatelj i prijatelj.

Ona je neprijatelj onoga, tko je ne poznaje i plaši je se.

Ona je prijatelj i saveznik onoga, tko se nje ne plaši i poznaje je.

Godine 1920. Frunze je uzeo za svoga saveznika vjetar. Vrangelova se vojska bila utvrdila na Perekopskoj prevlaci. Da bi se preko prevlake prodrlo na Krim, trebalo je svladati bedem od 20 metara, rov dubok 15 metara, a usto još i nekoliko redova betonskih prepreka. I sve to pod vatrom topova i mitraljeza!

Prevlaka je bila nepristupačna.

Ostalo je da se prijeđe preko mora — preko Zaljeva Sivaš.

I tu se Frunze sjetio vjetra. U tim se krajevima ponekad dešava, da sjeverni ili zapadni vjetar istjeruje vodu iz zaljeva, ogoljujući dno, pokriveno slanom naslagom.

Frunze je opazio, da počinje istjerivanje vode. On je odlučio da ovo iskoristi i da preko zaljeva prijeđe kao po kopnu.

Noću, pod zaštitom magle, Frunzeovi su se pukovi spustili niz obalu. To je bila opasna stvar: trebalo je prijeći na suprotnu stranu i utvrditi se tamo prije, nego što se vjetar promijeni.

Ali, sve se odigralo onako, kako je Frunze predvidio. Crvena se vojska neočekivano pojavila u neprijateljskoj pozadini. I nepristupačni je Perekop bio zauzet.

Može se navesti i drugi primjer, u kome je vojska umjela iskoristiti prirodnu silu kao svog saveznika.

Koliko je neugodna stvar — raskaljanost putova.

Točkovi se zaglibljuju u blatu. Konji malaksavaju. Tri konja s naporom vuku kola, koja po lijepom putu lako pokreće jedan konj.

Još su teži raskaljani putovi za automobile. Njihovi točkovi klize u mjestu po blatu, okreću se bez koristi. Za vrijeme besputice dešava se, da kolski put za čitav mjesec ili čak i mjesec i po prestaje biti put za automobile.

Tenkovi lakše svladavaju blato. Ali ni oni ne prelaze lako svaki metar puta, kad trupom klize po blatu.

Pa ipak se čak i raskaljani put može pridobiti na svoju stranu, ako se na vrijeme sjetimo njega, i ako znademo da se njime koristimo.

Početkom godine 1944. Centralni institut prognoza poslao je svima štabovima dugoročnu prognozu vremena, kretanje leda na rijekama i nadolazak proljetnih voda. Bilo je predviđeno, da će proljeće biti rano, što znači, da će i raskaljenost putova nastati prije nego obično.

Naša je komanda odlučila, da ofenziva počne bez obzira na raskaljanost putova, ili, točnije, računajući na nju.

Proračun je bio ovakav: Nijemci će mirno sjediti u mjestu, ne očekujući nikakve neugodnosti. Jer se odavno

smatra, da za vrijeme raskaljanosti putova nitko ne nastupa i da su proljetne poplave na strani branitelja.

I baš zato će naša ofenziva za neprijatelja biti neočekivana.

Kod nas je sve bilo spremljeno unaprijed. Rijeke su još bile pod ledom, a naši su pioniri već gradili mostove i splavove za buduće prijelaze preko rijeke. Bilo je odlučeno, da se pješadija prebacuje tenkovima, da se topovi prevlače vučnim vozovima na gusjenicama. Jer gusjenice se manje plaše raskaljanosti putova, nego točkovi.

A ni točkovi nisu bili zanemareni. Odlučeno je da se strojevi na točkovima kreću noću, kad se blato bude smrzavalo.

Ofenziva je počela 1. ožujka.

Nijemci nisu bili pripremljeni za nju i počeli su odstupati. A čim su se krenuli s mjesta, raskaljanost putova se od njihova saveznika pretvorila u njihova neprijatelja. Jer je po blatu teže odstupati, nego napadati, naročito ako se za to ne pripremiš.

Gdje je za nas bio put, tamo je za Nijemce bila besputica.

A osim toga u njemačkoj su se pozadini počele izlivati rijeke, pregrađujući put odstupanja.

Sve su se prirodne sile udružile protiv njih, zato što ih nisu umjeli pridobiti za se.

I do 26. ožujka naša je vojska izišla na rijeku Prut, na državnu granicu.

Tako je tekla ova igra, u kojoj su naši saveznici bili mrazovi i jugovina, proljetna besputica i proljetna poplava. I to je bilo moguće samo zato, što su u našim štabovima shvatili značenje nauka — meteorologije i hidrologije.

Nekada ste u štabu mogli sresti oficira-artiljerca, oficira-inženjera, oficira-intendanta.

A sad se u štabu pojavila nova ličnost — oficir-sinoptičar.

Dok su njegovi drugovi po službi pomicali na karti zastavice, koje su označivale liniju fronte, oficir-sinoptičar je motrio na drugu frontu — frontu vremena.

U štab su sa svih strana stizali preko žica i bežičnim putem izvještaji o vremenu. Izvještaji su dolazili iz Moskve i iz susjednog grada.

Oni su slani u aviometstanice, raspoređene na aerodromima, i u meteorološke stanice, koje su se kretale naprijed, zajedno s vojskom, koja nastupa.

Svi su ovi podaci bez oklijevanja unošeni u meteorološku kartu.

Ali je zapadna polovica karte ostajala bijela, nepopunjena. Jer je tamo — na zapadu — bio neprijatelj. I on je čuvao svoje vrijeme u tajnosti.

Za vrijeme rata raspored ciklona i anticiklona nije manja tajna od rasporeda vojske.

Bilo je potrebno da se izvidi, što se događa tamo, na zapadu, pozadi linije fronte. Trebalo je popuniti bijelu mrlju, koja je smetala sinoptičarima, da sastavljaju prognoze.

I izviđački avioni, snabdjeveni meteorografima — samopiscima lete u pozadinu neprijatelja.

Zračne izviđače obično interesiraju tenkovske kolone, artiljerijske baterije, ešaloni, koji se kreću željezničkim prugama.

A ovi su izviđači bili poslani, da ispituju ciklone, da pronalaze žarišta leda i oluja.

Probivši se u pozadinu neprijatelja, izviđački se avion spušta sasvim nisko — na visinu od 30—50 metara. Jer je za sastavljanje sinoptičke karte potrebno znati, kakvo je vrijeme dolje, kraj same zemlje.

Svega 30 metara odvaja avion od neprijateljskog teritorija. Svakog trenutka na njega mogu otvoriti vatru, oboriti ga. Ali, pošto napravi krug, avion se ponovo penje u visinu i vraća se kući.

Na aviometstanici se s aviona skidaju meteorografi i proučavaju bilješke napravljene za vrijeme puta. A avionski meteorolog priča, s kakvim je vremenom imao posla.

Mnogo smo imali slavnih pukova na frontama Velikog domovinskog rata. Ali rijetko tko zna, da je među njima bio i puk za daleka meteorološka izviđanja.

Izviđanje vremena nije vođeno samo zato, da se popune bijele mrlje, da se osvijetli na karti »neosvijetljeni

teritorij«. Izviđanje je bilo potrebno prije svakog uzleta zračnih odreda. Bilo je potrebno, da se unaprijed zna, kakvo ih vrijeme očekuje, da im ne će onemogućiti let, da im ne će oblacima sakriti cilj.

Često su bombarderi morali letjeti noću ili po lošem vremenu. Kiša je zapljuskivala prozore kabine. Munje su zasljepljivale oči pilotu. Bilo je potrebno i ne gledajući znati, što se dešava unaokolo. I ako je pilot vjerovao u prognozu, koju su mu davali meteorolozi, on je smjelo letio nasumce — kroz maglu, kroz oblake, kroz noćnu tamu.

U ratu nije samo meteorolog pomagao zrakoplovcu, nego i zrakoplovac — meteorologu.

Šturmani i izviđači vršili su usput promatranja i bilježili količinu oblaka, visinu i silinu oblačnog sloja, vidljivost, kišu, snijeg i zaleđivanje. Dok se avion probijao kroz oblake, izviđač je javljao putem radija: »Letim u oblacima, jako drmusanje, zaleđivanje...« A po povratku je podnosio izvještaj o vremenu upravi aviometstanice, i podaci, koje je donio, bez oklijevanja su unošeni na sinoptičku kartu.

Ta karta je olakšavala drugim avionima njihovu borbu protiv neprijateljske armije i protiv neprijateljske prirodne sile. I avioni su uspješno obavljali svoju dužnost, bez obzira na ciklone i oluje.

Jednom je prilikom odredu avijacije za daleko djelovanje predstojao let u neprijateljsku pozadinu. Na sinoptičkoj karti meteorolozi su označili frontu, koja je odvajala morski polarni zrak od kontinentalnog polarnog. Na fronti se pojavio val. On se brzo pretvarao u ciklon.

Bilo je utvrđeno, da će se ovaj ciklon udaljiti prema sjeverozapadu, a iznad cilja će ostati ogranak visokog tlaka.

Putem će biti loše vrijeme, a iznad cilja — lijepo.

O ovom su izvještene i komanda i zrakoplovci.

Prognoza se točno ispunila. I odred je izvršio borbeni zadatak.

Čak i kad je loša prognoza, sinoptičar mora hvatati intervale lijepog vremena, da bi o njima obavijestio komandu.

Ali šta je lijepo vrijeme, a šta je loše?

Mi obično smatramo, da je loše vrijeme — magla, kiša, niski oblaci. Radujemo se vedrom nebu, divimo se noćima obasjanim mjesečinom. Kad plovimo po moru, plašimo se oluja i sretni smo, ako vjetar nije jak.

Ali za vrijeme rata javlja se potreba ne samo za lijepim, nego i za lošim vremenom.

Desantnim je trupama potrebna magla ili oluja, kako bi mogle neprimjetno prići tuđim obalama.

Izviđači se raduju mećavi: ona kao bijela zavjesa krije odred, koji prodire u neprijateljsku pozadinu.

Reflektoru smeta mjesec, a jurišnim bombarderima — vedro nebo. Krijući se u oblacima lakše se prikradaju cilju.

Vrijeme, povoljno za letenja jurišnom avionu, može biti nepovoljno za lovca ili bombardera.

Ako je sinoptičar rekao: oblaci niži od šest stotina metara, lovci i jurišni avioni uzlete, a dnevni bombarderi ne smiju uzletjeti: to je za njih nepovoljno vrijeme. Ako se oblaci spuštaju ispod 400 metara, ne uzlijeću ni lovci. A jurišni avioni ostat će na aerodromima tek onda, kad oblaci budu nad samom zemljom, na visini manjoj od 200 metara.

Za krstaricu ili linijski brod je svejedno, da li su na moru valovi, ili je ono glatko kao ogledalo.

A za podmornice je površina mora, glatka kao ogledalo, gora je od bure. Njima su potrebni valovi, kako bi valići pjene skrivali pjenušavi trag od periskopa.

Nije lako sinoptičaru da ugodi svima, da bude sluga mnogih gospodara.

Zato se on veoma ponosi, kad mu pođe za rukom uloviti ono vrijeme, koje mu je komanda »naručila«.

U Lenjingradu se stanovito vrijeme mnogo tražila magla.

To je bilo odmah poslije proboja blokade.

Željezničkom prugom su prolazili prvi vlakovi — pored Petropavlovske tvrđave k Tihvinu.

Pruga je bila pod vatrom. Zato su se željezničari trudili da otpravljaju vlakove pod zaštitom magle, kako ih Nijemci ne bi vidjeli.

Bilo je također potrebno, da vjetar ne duva u pravcu Nijemaca, nego u protivnom pravcu, kako neprijatelj ne bi ne samo vidio, nego ni čuo.

Ali, kako da pogodimo, kakav će biti vjetar i kad će biti magla!

Za ovo su pitali meteorologe. A meteorolozi su i sami bili u tešku položaju. Oni su bili odsječeni od Centralnog instituta prognoza, od čitave mreže.

Po stanicama su promatrači radili pod vatrom, u poluporušenim zgradama, u zemunicama.

U birou prognoza sinoptičari su sjedili u podrumu kraj čađave svjetiljčice i s teškoćom raspoznavali u mraku znakove na svojim sinoptičkim kartama.

Uostalom, znakova na kartama nije bilo mnogo, karte su bile poluprazne. Zapadno od Lenjingrada bila je potpuna bijela mrlja. A vrijeme nam dolazi sa zapada. Nedostajali su znakovi i na jugu i na istoku, jer je u obruču blokade ostalo samo šest stanica.

Pa ipak, ovi čađavi, od gladi i umora polumrtvi ljudi nalazili su načina da daju prognoze. Sjedeći u svom podzemlju, oni su vidjeli zračne mase, koje nose nad zemljom oblake i magle.

Meteorolozi su predviđali oblake. I odmah zatim, pod zaštitom oblaka uzlijetali su jurišni avioni — da ruše neprijateljska utvrđenja.

Oni su predviđali maglu. I željezničari bi slali vlakove — po municiju, po kruh.

Oni su upozoravali na porast vode. I borci bi iz prve linije prelazili u druge rovove, raspoređene dalje od morske obale.

U ratu su se događali slučajevi, da je od sinoptičara zavisio uspjeh velike ofenzivne operacije.

U lipnju godine 1944. na Bjeloruskoj fronti naša se vojska pripremala za ofenzivu. Ofenziva je bila predviđena za 23. lipnja.

Oficir-sinoptičar dao je 22. prognozu vremena za 23. lipnja: niski oblaci, nepogoda s kišom, mjestimične magle.

To je bila loša prognoza: po magli se ne može vršiti korektura vatre, prema tome nije moguća artiljerijska priprema. A nepogoda, kiše, niski oblaci smetat će avijaciji da zadaje neprijatelju udarce iz zraka.

Noću je pala kiša, bljesnula je munja: vrijeme se ponašalo onako, kako je trebalo po prognozi.

Svakih pola sata sinoptičar je pozivan neposrednom vezom. Armijski meteorolozi saopćavali su u štab posljednje novosti.

Oficir-sinoptičar pratio je po karti događaje na fronti vremena. Ciklon, koji je još jučer nastao na jugu od Minska, brzo se kretao prema sjeveru. U pet sati ujutro načelnik štaba je pozvao k sebi sinoptičara i upitao ga, kakvo će vrijeme biti ujutro. Mogu li se ugrabiti bar tri sata za artiljerijsku pripremu?

Sinoptičar je opet počeo s još većom brižljivošću proučavati svoju kartu.

On je znao, kakvu odgovornost prima na sebe: tu ne smije biti pogreške. Bolje bi bilo i ne počinjati ofenzivu, nego je početi u nevrijeme.

Konačno je sinoptičar došao do zaključka: ujutro će se magla razići, premda će oblaci ostati niski, i nevrijeme ne će prestati. Avijacija ne će moći djelovati, ali za artiljerijsku ofenzivu vidljivost će biti dovoljna za vrijeme od nekoliko sati.

Ofenziva je bila određena za 9.00.

Točno u 9.00 progovorili su topovi, zaglušujući zemaljskom grmljavinom razlijeganje nebeskog groma. Bljesci munja smjenjivali su se s bljescima vatre, koji su izlijetali iz topova.

Sudar ogromnih zračnih masa podudario se sa sudarom ogromnih masa ljudi i strojeva.

Bitka ljudi i bitka prirodnih sila slila se u jednu divovsku bitku na fronti od stotine kilometara.

I pobijedila je ona strana, koja se umjela snaći ne samo u rasporedu neprijateljske vojske, nego i u kretanju ciklona.

Hidrometeorološki rat

Svi znaju za kemijski rat, za zračni rat. Ali rijetko tko može zamisliti, što je to hidrološki rat.

A ima i takvog rata.

Voda može biti oružje u borbi protiv neprijatelja.

Godine 1914. Belgijanci su upotrebili morsku vodu kao oružje. Inženjerci su otvorili otvore na branama i morska je voda provalila u dolinu, u susret Nijemcima. Voda je nastupala goneći nazad njemačku vojsku, plaveći njezine rovove. I to je pružilo mogućnost Belgijancima, da dobiju nekoliko dana za davanje otpora.

Za vrijeme Velikog domovinskog rata naša je vojska također u više navrata koristila vodu za obranu i nastupanje.

Evo, kad nam je koristilo znanje u upravljanju životom vode!

Studenoga godine 1942. vršene su pripreme na ofenzivu na jednom odsjeku Kalinjinske fronte. Ofenzivi je smetala rijeka. Bilo je odlučeno, da se ona ukloni.

Hidrolozi su izvidjeli teren i sastavili proračun. Inženjerci su se latili posla i za nepuna tri dana napravili su od zemlje i drveta branu dugu sto metara i visoku dva metra.

Da bi brana bila jača, preko nje su puštali nekoliko puta vodu. Voda se smrzavala i pokrivala branu ledenim pokrivačem.

Brana je zapriječila vodi put prema ušću. Rijeka je napravila put našim trupama, i one su krenule preko nje. Najprije tenkovi, zatim pješadija.

Dešavali su se i takvi slučajevi, da vodena prepreka nije uklanjana nego stvarana.

Ako rijeka smeta, ona se uklanja. Ako je potrebna, onda je stvaraju.

Hidrolozi su predložili, da se na rijeci Kunja napravi 13 brana i jazeva. Voda se razlila i napravila duboku vodenu prepreku dugu 20 kilometara i široku jedan kilometar.

Vodi je naređeno da ne propušta neprijatelja. A vojska je prebačena na drugi odsjek, gdje je bila potrebnija.

Čudni su se događaji dešavali u prirodi za vrijeme rata!

Obično se rijeke oslobađaju leda u proljeće. A kod nas godine 1941. neke se rijeke nisu oslobodile leda u proljeće, nego zimi — u prosincu.

Nijemci su nastupali prema Moskvi. Odlučeno je bilo, da se zbog zaustavljanja Nijemaca slomi led na kanalu Volga—Moskva, na Moskovskom Moru i na rijekama Sestra i Jahroma.

Otvoreni su otvori na branama. Razina vode pod ledom je opala. Još neočvrsli led ostao je da visi u zraku i počeo se lomiti na komade.

Rijeke su se oslobodile leda, kad to nitko nije očekivao. Nijemcima se pojavila na putu vodena prepreka tamo, gdje su oni računali, da će prijeći preko leda.

Događa se i to, da se led ne lomi, nego, obratno, da se prisiljava, da brže raste. U tu se svrhu čisti s leda snijeg — skida se s rijeke snježni pokrivač, koji je štiti od mraza, i poslije tri dana tanki led, po kome ni kamion nije mogao proći, postaje toliko čvrst i debeo da može izdržati i težinu tenka.

Led i snijeg su mnogo puta pomagali našoj vojsci u borbi.

Ledeni i snježni bedemi zaustavljali su neprijateljske tenkove Ledene klopke — maskirane pukotine — otvarale su se pod neprijateljevim nogama. Ledeni su putovi vezivali našu vojsku s pozadinom.

Nema čovjeka u našoj državi, koji nije čuo za put života — za ladošku ledenu trasu.

U toku mnogih mjeseci ona je bila jedina nit, koja je spajala opsjednuti Lenjingrad s »velikom zemljom«. Uostalom, tu se nije nalazila jedna, nego dvije »niti«: jednom su se kretali automobili s teretom za Lenjingrad, drugom — na razmaku od sto metara — kretali su se u drugom pravcu automobili, koji su vozili za »veliku zemlju« ljude i proizvode lenjingradskih tvornica.

Četiri i po tisuće automobila propuštala je za jedan dan ova neviđena ledena autostrada.

Bilo je potrebno prilično hrabrosti, junaštva, za upravljanje automobilima po ledu.

Govoreći o junaštvu, mi često zaboravljamo na znanje. Koliko je znanja trebalo pokazati, pa da se put udesi kako treba, da bi bio zaštićen od nanosa, od pukotina, od neprijateljske vatre!

Na tom su mnogo radili i putari, i protuavionci, i prometnici, i podmorničari i ljudi za vezu.

Među ljudima ladoške trase nisu posljednje mjesto zauzimali ni poznavatelji leda — hidrolozi.

Stalno su promatrači motrili na led uzduž čitavog puta. Čim bi se pojavila gdjegod pukotina ili voda izbijala na led, oni su žurno izvještavali o tome komandu.

Bez hidrologa ne bi se mogla ni stvoriti trasa. Njih su pitali, kakve automobile može izdržati led, s kakvim teretom. Od hidrologa je zahtijevano da kažu: da li će propasti protivavionska baterija ili ne, ako se stavi na led.

Bez hidrologa ne bi se moglo motriti na trasu, niti predvidjeti ponašanje leda.

Ladoško je jezero hirovito. Ono se i smrzava i oslobađa od leda ne pazeći na red, ne vodeći računa o kalendaru.

Hidrolozi su morali davati signale, kada da se počne, kada da se obustavi promet. Tu je svaki dan značio mnogo. Jer to je bio »put života«! Jedan dan više — to su tisuće tona brašna više za one, koji gladuju, tisuće granata više za frontu.

I hidrolozi su se trudili da daju prognozu, što je moguće točnije.

U veljači godine 1942., dva mjeseca prije oslobođenja jezera od leda, oni su dali slijedeću prognozu saobraćaja po trasi:

Normalan saobraćaj obavljat će se od 15. do 20. travnja. Opreznije će se moći kretati počevši od 20. do 25. travnja.

Saobraćaj će se morati obustaviti između 25. travnja i 5. svibnja.

Ustvari, normalan promet obavljan je do 15. travnja, a obustavljen je 22. travnja.

Još točnija prognoza bila je slijedeće godine. Dana 17. ožujka hidrolozi su izvijestili Ratno vijeće fronte: saobraćaj po trasi bit će moguć do kraja ožujka, i, stvarno, trasa je služila do 30. ožujka.

Tako je poznavanje prirode pomoglo u borbi protiv neprijatelja!

Ali, priroda je sama po sebi neutralna: ona nije ni na našaj strani ni protiv nas. Ona je na strani onoga, tko je umije sebi podvrći.

Godine 1939. Finci su izmislili klopku »viseći led«. Prije no što je trebalo, da se rijeka zamrzne, oni su joj povećali razinu vode, otvarajući brane. Rijeka se zaledila. A zatim, kad bi led postao dovoljno debeo i čvrst, vodu su spuštali.

Na prvi pogled rijeka je bila kao rijeka. Pješadija i tenkovi su silazili na led. Ali to je bio »viseći led«. On se prolamao pod težinom vojske.

Da bismo umjeli pravodobno pogoditi protivnikove namjere, potrebno je opet vladati oružjem nauke, treba neumorno motriti ne samo na neprijateljsku vojsku, nego i na ponašanje prirodnih sila.

U mirno doba hidrolozima se događa da upozoravaju na katastrofalne poplave, koje izazivaju kiša ili proljetne bujice.

A za vrijeme rata oni moraju čuvati vojsku na fronti od poplava, koje izaziva neprijatelj.

Kod Lenjingrada se desio ovakav slučaj.

S vodomjerne postaje na jednoj rječici javljeno je, da nivo vode brzo opada. Ta rječica je tekla s teritorija zauzeta od neprijatelja i, presijecajući frontu, prelazila je na našu stranu.

Hidrolozi su posumnjali u nešto neugodno. Po njihovu savjetu bio je na gornji tok rijeke upućen izviđački avion.

Izviđači su se vratili i izvijestili, da se na riječici gradi brana.

Jasno je bilo, da neprijatelj želi nakupiti vodu, da bi poplavio našu vojsku koncentriranu u dolini radi prodora.

Neprijateljeva je lukavost bila otkrivena. A tko prozre ratnu lukavost, taj se već ne treba plašiti: on treba samo da uspije na vrijeme poduzeti svoje mjere.

U Ilijadi bogovi pomažu herojima na bojnom polju.

U teškom trenutku Arej ili Atena silaze na zemlju i, obavijajući svoga ljubimca oblakom, spasavaju ga od pogibije.

Puškin je u svoje vrijeme pisao (u stihovima »Iz Horacija«):

Ali Ermij sam iznenadnim oblakom
Mene je pokrio i odveo u daljinu
I spasio od smrti neminovne.

Sada se takvom vrstom kamuflaže ne bave bogovi, nego ljudi — kemičari, meteorolozi, hidrolozi.

Ako predstoji prijelaz preko široke rijeke, hidrolozi određuju brzinu toka, a meteorolozi utvrđuju, kakvo će biti vrijeme, i kada će vjetar duvati prema neprijateljskoj strani.

Vjetru se stavlja u zadatak: nositi umjetnu maglu.

Na signal »dim«, u vodu se bacaju dimne granate, na vodu se spuštaju splavovi sa zapaljenim dimnim patronama.

Granate i patrone plove strujom i pokrivaju rijeku oblacima dima. Vjetar zahvaća dim i nosi ga na neprijateljske rovove.

Neprijatelj otvara na dim vatru iz topova, bacača, mitraljeza, ali barut se troši uzalud — to je lažna umjetna magla, za njom se nitko ne krije.

A u isto vrijeme na drugom mjestu — također pod zaštitom umjetne magle — vrši se pravi prijelaz.

Tako je bilo, na primjer, kad je naša vojska ljeti godine 1943. prelazila preko Sjevernog Donjeca. Umjetna magla spasila nam je tada mnogo ljudskih života.

DVANAESTO POGLAVLJE

UKROĆIVANJE JOGUNICE

Četiri prirodne sile

I u ratno doba i za vrijeme mira koristimo u našem radu i u našoj borbi sve četiri prirodne sile — vatru, vodu, zemlju i zrak.

Mi prisiljavamo prirodne sile ne samo da za nas rade, nego i da nas brane. Rijeke osvjetljavaju naše gradove, pokreću strojeve, kreću vlakove. Te iste rijeke razlivaju se u dane rata, kad je potrebno, da se neprijatelju zapriječi put, a razdvajaju se, kad je potrebno da propuste našu vojsku.

Vjetar zasiplje prosjeke u šumi sjemenjem drveća. A vjetar nosi i umjetnu maglu, krijući prijelaz preko rijeke.

Ali možemo li već reći, da su nam prirodne sile pokorne?

Ne, one još ustaju protiv nas. I mi ne umijemo uvijek da ih umirimo i da predvidimo njihovo ponašanje.

Rijeka koja radi u kliještima brana nije pripitomljen, miran konj, nego je prije zvijer na cirkuskoj areni.

Ukroćena zvijer pokorava se svakom znaku ukrotitelja. Ali zašto i pored toga čitava dvorana premire od uzbuđenja, kad ukrotitelj stavi ruku u usta zvijeri? Danas je zvijer poslušna i mirna, ali tko nam može jamčiti, da se sutra ne će baciti na svoga gospodara.

Pokoravanje prirodne sile još za dugo ne će biti izvršeno do kraja. Ono tek počinje.

Mi pratimo kretanje ogromnih zračnih masa, koje se kreću nad zemljom.

Svuda su raspoređena naša stražarska mjesta.

Ali, mi još ne možemo narediti hladnom sjevernom zraku, da skrene s puta i da ne uništava naše vrtove.

Čak ni malom kišnom oblaku mi ne možemo zapovijediti, da izlije kišu na žedno polje.

I mi još ne proričemo uvijek točno, gdje će i kada ovaj oblak izliti kišu.

Mnogo toga mi ne možemo.

Ne možemo zato, što ne znamo.

Ali ono, što je za nas još nemoguće na prostranoj areni prirode, već se priprema, već sazrijeva u tišini laboratorija, u naučnim institutima i opservatorijima.

Stotine instituta i opservatorija proučavaju život prirodnih sila.

Oceanima se bavi Oceanografski institut.

Kakve životinje i biljke žive u moru?

I da li je moguće prema stanovnicima vodene mase zaključiti, kakva je to masa i čime se razlikuje od drugih?

Kakav je sastav morske vode i kakvi se kemijski procesi obavljaju u moru?

Od čega je sastavljeno morsko dno, i kako se mijenjaju morske obale? Da li možemo prisiliti more, da radi kao što već rade rijeke? Kako da obuzdamo morske plime i valove, pa da njihova ogromna snaga ne propada neiskorišćena od čovjeka?

Kako da pomognemo inženjerima da grade brodove i lučka postrojenja? Kako je najbolje loviti ribu? Kako je sigurnija plovidba između ledenih santi?

Na sva ova pitanja odgovara u svojim radovima Oceanografski institut, Crnomorska hidrofizička stanica i drugi pomorski instituti.

Vode na kopnu ispituje Državni hidrološki institut. U njegovu nadležnost spada sve, što se odnosi na rijeke, jezera i močvare: kretanje leda, proljetni povodnji, bujice, poplave, kretanje vode na zemlji i pod zemljom, formiranje proticanja voda, vojna hidrologija, opisivanje rijeka, kemija i fizika vode — to ni izbliza nije potpun pregled onoga, čime se bavi Hidrološki institut.

Zračnu prirodnu silu proučavaju Glavni hidrofizički i Centralni aerološki opservatorij.

O tome, kako rade aerolozi, o radiosondama, o letećim opservatorijima, o stratostatima i supstratostatima već je bilo riječi u ovoj knjizi.

To je nov posao. I nije čudo, što je Centralni aerološki opservatorij najmlađi od svih naučnih ustanova hidrometslužbe SSSR.

Opservatorij je bio osnovan godine 1940., i veći dio njegova kratkog života protekao je u borbama s neprijateljem. Kabine radara, koje se nalaze na promatračnici opservatorija još i dosad su sačuvale šarenu boju kamuflaže. A aerolozi na avionima dobro se sjećaju, kako su morali letjeti na nenaoružanim avionima kraj same linije fronte: neprijatelj je bio osam kilometara od opservatorija.

Pa ipak, bez obzira na raznovrsne teškoće, opservatorij je uspio do godine 1946. postati jedna od najmoćnijih aeroloških ustanova na svijetu.

Pokazali su mi 15 debelih svezaka djela, na čijem je stvaranju radilo 40 ljudi.

Djelo se zove »Rezultati aeroloških letova«. Ovdje su skupljena sva zapažanja, koja su bila izvršena pomoću aviona i radiosondi u toku šest tisuća letova. Samo stratosferskih uzleta radiosondi bilo je tisuću i četiri stotine.

Ovih petnaest svezaka poslužit će kao osnova za mnoge buduće radove i knjige. Meteorolozi će ovdje nalaziti materijal za proučavanje atmosfere. Graditelji aviona i zračnih linija, osvajači stratosfere, radioinženjeri, zaposleni na novim metodama radiolokacije, i mnogi drugi istraživači i pronalazači prelistavat će ove tisuće strana, tražeći u njima podatke za svoje proračune.

Ali petnaest svezaka brojki — to je samo dio naučne dobiti, koju su skupile i skupljaju u zračnom oceanu leteće stanice Centralnog aerološkog opservatorija.

Osim aviona i radiosondi opservatorij ima na raspolaganju i aerostate različitih veličina.

Svi znaju, da aerostat ima nedostatak — njime se ne može upravljati. Ali, kad se radi o istraživanju zračne mase, taj nedostatak postaje vrlina.

Da bi se proučila transformacija zračne mase, najbolje je krenuti na put zajedno s njom. I tu se pokazuje veoma pogodno, što se aerostat pokorno podvrgava svim prohtjevima vjetra.

U ovoj knjizi je već bilo govora o kretanju i doživljajima zračne mase.

Ima ljudi, koji su i sami sudjelovali u tim doživljajima.

Aerolog S. S. Gajgerov mi je pričao, kako je on letio iz Moskve u Novosibirsk zajedno s KAZ — kontinentalnim arktičkim zrakom. To je bio najdalji i najdugotrajniji let na aerostatu: on je trajao 69 sati!

Kad su se približavali Uralu, pošao je jedan dio zračne mase zaobilaznim putem, a drugi je dio prešao preko planine na njezinu najvišem mjestu. Aerostat se našao u onoj struji, koja je prešla preko planine. I tu su aeronautičari na vlastitom iskustvu osjetili, šta se dešava sa zrakom, kad se on ispočetka podiže, a zatim pada dolje.

Kad se zrak podigao, on je postao hladniji. Vlaga se zgusnula u oblake. Iz oblaka je počeo padati snijeg.

Aerostat se također ohladio, otežao, propao kroz oblake. Vjetar ga je nosio ravno u planinu, brzinom od 60 kilometara na sat.

Još malo, i košara bi udarila o kamenu liticu planine.

Moralo se riskirati — baciti sav balast.

Aerostat je pošao naviše, probio oblake, popeo se na 4000 metara.

S one strane Urala zrak se počeo spuštati i grijati se zbog zgušnjavanja. Oblaci su se razišli.

Aerostat je sada išao olakšan, bez balasta — »natašte«. To znači, da se moralo baciti preko ograde sve, što se moglo — jabuke, kutije konzervi, akumulatori.

Jedino sprave aeronautičari nisu izbacivali ni po koju cijenu. Bez sprava let ne bi imao smisla . . .

Košara aerostata ima četiri strane. Sa svake strane ima stočić. Na stočićima se nalaze sanduci u navlakama od padobranskog platna. A u sanducima su sprave, kojima se prilikom leta ispituje zračna masa.

U centralnom aerološkom opservatoriju pokazali su mi sve moguće sprave, koje aerolozi nose sa sobom, da bi proučili zrak u zraku, oblake u oblacima.

Pogledao sam u fotomikroskop i spazio mrežu kvadratića, a na njoj kapljice razne veličine.

Koliko je kapi u oblaku?

Ovo je pitanje slično onima, koja se postavljaju u bajkama: koliko je kapi u moru? Koliko je zrna pijeska na morskoj obali?

Da su junaci iz bajke imali suvremene sprave, oni bi odgovarali na takva pitanja bez naročite teškoće.

Da bi se izbrojilo, koliko je kapi u oblaku, potrebno je znati, koliko je u oblaku vode i koje su veličine njegove kapi. Veličinu kapi daje fotomikroskop. A količina vode u oblaku utvrđuje se pomoću naročite sprave — »psihrometra s grijanjem«. Običan psihrometar za mjerenje vlažnosti mi smo već vidjeli na meteorološkoj stanici. A ovdje su mu još dodani električna peć i ventilator.

Oblak, ili točnije, zrak, u kome lebde kapljice vode, propušta se pomoću ventilatora kroz spravu. Kapljice se griju od peći i ishlapljuju. I tada se pomoću psihrometra određuje vlažnost. Da bi se saznalo, koliko je u zraku vode, treba samo pomoću običnog psihrometra izmjeriti, koliko ima vode u obliku pare i izvršiti za ovo korekturu.

Morao bih ispisati mnogo strana, ako bih želio ispričati o svim kompliciranim aerološkim spravama.

Vidio sam termometar, koji trenutno mjeri temperaturu i neprekidno je zapisuje. U usporedbi s njim, medicinski je termometar obična ljenčina. Njemu je potrebno čitavih deset minuta, da bi izmjerio temperaturu.

Vidio sam mikroanemometar — spravu, koja je sposobna osjetiti najslabiji vjetrić, što duva brzinom od nekoliko centimetara u sekundi.

Pokazali su mi i drugi jedan anemometar — koji bilježi nalete vjetra odozdo naviše i odozgo naniže.

Tu su bili i aktinometri, koji mjere zračenje sunca, zemlje, oblaka. Aktinometar je toliko osjetljiv, da reagira na najmanju promjenu u osvjetljenju oblaka. I u isto vrijeme sasvim je ravnodušan prema potresima, bez kojih ne može biti letenja. Kazaljka galvanometra pripojenog uz spravu ne obraća na potrese ni najmanju pažnju.

Deseci najosjetljivijih sprava pomažu aerolozima pri proučavanju zračne mase i slojeva oblaka na fronti između dviju masa.

Događa se, da se ne pušta jedan, nego tri aerostata u isti mah na let u razne visine, da bi usput ispitivali slojeve zraka.

Godine 1940., desilo se, da su tri aerostata uzletjela i spustila se istodobno. Ali najniži je preletio preko devet stotina kilometara, gotovo do Arhangelska, srednji se spustio 300 kilometara južnije, a gornji je zaostao za njim još trista kilometara.

A oni su, međutim, letjeli s jednom istom zračnom masom — tropskim zrakom.

Ovaj let je pokazao, da se zračna masa usput izdvojila u slojeve i svaki sloj je kasnije išao svojom brzinom.

Ja sam se, međutim, toliko zanio pričom o najmlađem opservatoriju Hidrometslužbe, da sam zaboravio na najstariji — na Glavni geofizički opservatorij, koji će naskoro stupiti u stotu godinu.

To je predak mnogih naših instituta.

U Glavnom geofizičkom opservatoriju ima mnogo odsjeka.

Jedan odsjek proučava fiziku atmosfere. Ovdje su počeli svoj rad oni, koji sastavljaju predračune vremena.

Drugi se odsjek bavi primjenjenom meteorologijom. Borba protiv zaleđivanja i gololedice, izazivanja i rastjerivanja magle, borba protiv ranih i kasnih mrazova — sve su to zadaci primjenjene meteorologije.

U trećem odsjeku rade klimatolozi. Kakva je klima u našoj državi na kopnu i na moru! Kako su nastale klime zemljine kugle! Kako se mijenja klima i mogu li se preći njezine promjene? Može li se predvidjeti otopljavanje u Arktiku, kao što sada predviđamo sutrašnje vrijeme?

Takvim se pitanjima bave klimatolozi.

Četvrti odsjek — to je čitava porodica laboratorija.

Jedan laboratorij proučava kretanje svjetlosti kroz uzduh, drugi — kretanje zvuka, treći — sunčano zračenje, četvrti — atmosferski elektricitet, peti — prostiranje radio-valova.

Morao bih napisati još jednu ovako debelu knjigu, kao što je ova, ako bih htio iscrpno ispričati o svim odsjecima i laboratorijima Glavnog geofizičkog opservatorija.

Koliko se tu rješava interesantnih i važnih zadataka!

Uzmimo, na primjer, Aktinometrijski laboratorij, u kojemu se proučava sunčeva svjetlost.

Sunčeva svjetlost — to je ona četvrta centrala, koja oživljuje i ispunjava kretanjem ostale tri: zemlju, zrak i vodu.

Bez sunčeve zrake ne bi bilo na zemlji ni bilja ni životinja. Po kopnu ne bi tekle rijeke, u moru ne bi bilo struja, u zraku — vjetra.

Ali zemlja ne samo da prima zračnu energiju, ona je i vraća svemirskom prostoru. Prima u zlatu — u blistavim sunčevim zrakama, a vraća u bakru — u tamnom, nevidljivom strujanju.

Stoga je od velikog značenja, da se i za zemlju uvede knjiga dobitaka i gubitaka, da se izračuna, koliko energije otpada na bilo koje mjesto na zemljinoj kugli, i koliko se vraća nazad.

Kad bi zemlja vraćala sve što dobiva, to bi bilo za nas vrlo loše. Tako, na primjer, pol preko ljeta dobiva više svjetlosti nego ekvator, zato što sunce na polu ljeti ne zalazi. Ali od toga je malo koristi. Pol je pokriven snijegom, i taj snijeg vraća nazad četiri petine cjelokupne energije, koja na njega pada.

A na ekvatoru nema snijega, tamo je zemljina površina mračna, ona vraća manje doprinosa svemiru, odbija manje sunčevih zraka. I zbog toga zemlja, bilje, životinje dobivaju više topline.

Mnogo tu znači i prozirnost atmosfere. Atmosfera dobro propušta sunčeve zrake, ona je za njih prozračna.

A tamno, nevidljivo zračenje zemlje ona propušta loše. Zbog toga nam je i toplo na zemlji: atmosfera je za nas isto, što i staklo za tople gredice.

Ali se dešava, da u atmosferu dospije prašina za vrijeme erupcije vulkana. Ili pak zemlja prolazi kroz oblak kozmičke prašine. Tada atmosfera postaje manje prozirna, i mi dobivamo manje sunčevih zraka.

A to se često događa. Čuveni poznavalac sunčeve svjetlosti profesor N. N. Kalitin otkrio je, da zemlja svake godine u mjesecu kolovozu prolazi kroz divovski oblak kozmičke prašine, preostale od iščezle komete.

Mnogo vrlo interesantnih zadataka rješava aktinometrijski laboratorij, kojim rukovodi profesor Kalitin.

Prije je kod nas u Pavlovsku postojao naročiti Institut sunca — jedini u svijetu. Trideset godina su u njemu radili učenjaci. Ali su Nijemci godine 1941. srušili Dvorac sunca.

Kod nas su se mnogo bavili proučavanjem sunca — ne samo u Pavlovsku, nego i u Taškentu, i u Irkutsku, i u Vladivostoku i na Krimu. Naši učenjaci su na ovom polju uradili mnogo više, nego strani.

Sada, poslije rata, proučavanje sunca mora se u našoj državi izvoditi još većim zamahom. Drukčije i ne smije biti.

Mi gradimo nove gradove. A kod građenja grada potrebno je poznavanje »svjetlosne klime«. Jer se ne kaže uzalud: »Gdje sunce ne zaviruje, tamo često liječnik zaviruje«.

Mi mijenjamo geografiju bilja. Radi njihova pravilnog rasporeda treba poznavati zračnu klimu države.

Mi osvajamo pustinje. I možemo južno sunce od neprijatelja pretvoriti u prijatelja, ako ga prisilimo, da nam pomaže u radu.

Svi naši strojevi uzimaju svoju energiju od sunca, istina, ne neposredno, nego posredno. Bez sunca ne bi bilo ni ugljena, ni vjetra, ni energije vodenih padova.

A sada počinjemo uzimati od sunca energiju neposredno, bez posrednika.

Na ovome je mnogo radio K. V. Trofimov u Taškentskom hidrofizičkom opservatoriju.

I ako biste sada otputovali u Srednju Aziju, tamo bi vam pokazali i sunčane kuhinje, i sunčana kupatila, i sunčane praonice, i sunčane grijače vode, pa čak i sunčane samovare.

Sunce tamo prisiljavaju, da suši voće i čahure svile, da topi sumpor, da pumpa vodu.

Upijač sunčeve energije može biti i velika staklena bašča i mali fotoelement, i čak naprosto bara, pokrivena odozgo slojem ulja. Pokraj nje je voda u rijeci hladna, a u bari pod slojem ulja, kao pod staklom, voda se grije gotovo do uzavrelosti.

Sunce nam može pomoći ne samo da radimo, nego i da proučavamo prirodu. Učenjaci se već koriste sunčanim zrakom za ispitivanje atmosfere. Po boji zore sinoptičari sude o zračnim masama, koje se nalaze daleko od nas — na razmaku od tisuće kilometara. I to im daje još jedan ključ za proricanje vremena.

Sunce je daleko od nas. Ali to mu ne smeta, da sudjeluje u svim našim poslovima.

Dovoljno je reći, da bismo bez sunčeve svjetlosti bili slijepi, kao krtice.

Ali i pri sunčevoj svjetlosti mi ne vidimo uvijek dobro.

A vidljivost — to je vrlo važna stvar, naročito sada, kad smo naučili da letimo.

Šta i kako možemo vidjeti?

Zašto izdaleka dobro razlikujemo jednu boju, a drugu vidimo loše?

Zašto, kada je nebo vedro i vrijeme lijepo vidljivost najednom postaje lošija?

Na sva ova i mnoga druga pitanja daje odgovor laboratorij atmosferske optike.

A laboratorij radiometeorologije! On je također tako interesantan, da ne možemo, a da i o njemu ne kažemo barem nekoliko riječi.

Radiotelegrafistima smetaju »atmosferci« — krčanje i šum za vrijeme prenosa. Ali to, što smeta radiotelegrafisti, pokazalo se kao korisno za zrakoplovca.

Krčanje se javlja, kad u atmosferi nastaje električno ispražnjenje. Vrijeme se miješa u program prenosa. Vrijeme govori preko radija.

Time se koriste promatrači na stanicama za registriranje atmosferaca. Promatrač hvata pokretnom antenom radiosignale, koje daje vrijeme. Po položaju antene on određuje, u kome se pravcu nalazi izvor oluje. Sprava — samopisač bilježi na vrpci svako krčanje, svaki signal vremena. Podaci o tome šalju se u Centralni institut prognoza. A tamo prema dva ili tri pravca »zasjecanjem« određuju izvor.

Izvori oluja kreću se negdje daleko zajedno sa zračnim masama, s hladnom frontom ili ciklonom. Na meteorološkim stanicama sve je još mirno: termometar i barometar nisu uspjeli osjetiti približavanje bure.

A stanice za registriranje »atmosferaca« već su dobile upozorenje na buru od samog vremena. I to upozorenje prenosi se dalje — zrakoplovcima, kako bi znali, gdje će imati posla s izvorom oluje.

O Centralnom institutu prognoza već smo mnogo govorili u ovoj knjizi. U tom institutu ne sastavljaju se samo prognoze. Tu se pronalaze i novi načini za brže i točnije predskazivanje ponašanja prirodnih sila.

Tako ljudi proučavaju u institutima i opservatorijima tri prirodne sile — vodu, zrak i sunčevu svjetlost.

A četvrta prirodna sila — zemlja! Gdje se ona proučava?

Teško bi bilo nabrojiti sve institute i laboratorije, koji se bave geografijom, geologijom, geokemijom, seizmologijom, geobotanikom i drugim naukama, koje se bave našim planetom, svime što je na zemlji i pod zemljom. Ali ne mogu ovdje ne spomenuti Institut zemaljskog magnetizma zato, što taj institut ne proučava samo magnetska svojstva zemlje, nego i gornje, najviše slojeve atmosfere.

Zbog čega nastaju polarne svjetlosti?

Zašto se uveče poslije sutona nebo i dalje svijetli, premda se ne vidi ni sunce ni zvijezde?

Do koje visine iznad nas prolaze radio-valovi?

I šta je to tajanstvena jonosfera, koja na visini od sto kilometara i više odbija radio-valove i šalje ih natrag na zemlju?

Mnoga takva pitanja rješava Institut zemaljskog magnetizma.

I to nije potrebno samo za to, da bismo znali, što se dešava na visini od stotine kilometara nad zemljom. To je potrebno i zbog prognoza zvučnosti radio-signala.

Osim meteorološke službe sada postoji i jonosferna služba. Ona pazi na jonosferu i daje prognoze: kad će se radiosignali moći čuti i kad će se radioveza prekinuti zbog promjena, koje se događaju u jonosferi.

Stotine instituta i opservatorija, tisuće stanica paze na život prirodnih sila, promatraju ga i proučavaju.

Ali, da bi se proučavala priroda, nisu dovoljna sama promatranja. Tu je potreban i pokus.

Režiser ili gledalac

Promatrati vrijeme — isto je, što i biti gledalac u kazalištu. Svako jutro diže se zvijezdama posuta zavjesa i počinje novi čin.

Kako će se zvati današnja predstava?

Jednostavno — »Lijepo vrijeme« ili »Oluja s pljuskom i gràdom«!

Ili se, možda, priroda sprema da nam prikaže tragediju, koja se zove »Orkan« ili »Poplava«?

Gledalac se obično ne miješa u ono, što se dešava na sceni. Ponekad bi on želio upozoriti Dezdemonu na opasnost, koja joj prijeti, ili objasniti Lenskom, da nema nikakvog razloga za dvoboj s Onjeginom.

Ali gledalac dobro zna, da je on — gledalac, da je njegova dužnost da gleda i da šuti.

U kazalištu prirode drugačija su pravila. Tu gledalac može ponekad biti i režiser.

Učenjak ne samo da promatra prirodu, nego se i miješa u čin. On se često trudi da izmijeni tok drame, kako bi saznao, kakav će biti rasplet. On ne sjedi na mjestu, nego luta po sceni i čak zaviruje iza kulisa.

Ako učenjak hoće da sazna, što se događa, kad se susretnu kiselina i metal, on ne čeka, da mu priroda priredi tu predstavu. Moralo bi se predugo čekati! Usto, tko zna, da li u repertoireu prirode postoji takva predstava.

Učenjak sam priređuje predstavu — stavlja u retortu kovinske pilotine, dodaje kaplje kiseline i gleda, šta će od toga nastati.

Tako postupa kemičar. Ali, kako će meteorolog ili hidrolog? Oni nemaju prilike da rade s kapima kiseline, ni s grumenčićima soli, nego s oblacima i olujama, s rijekama i morima, s kopnima i oceanima.

Hidrolog ne može promijeniti konture oceana niti pomaknuti kontinente.

Ali ako se pokus ne može izvesti, može se zamisliti.

Vojejkov je u svoje vrijeme želio objasniti sebi, što bi se dogodilo s klimom, kad bi raspored planina i kontinenata na zemlji bio drugačiji, nego što jest.

On je pozvao u pomoć maštu i zamislio polarni kontinent obrubljen sa svih strana visokim planinama. Prolazeći preko ovog planinskog grebena, morski vjetrovi bi ostavljali na njegovoj južnoj padini svu svoju vlagu.

Ovdje bi bilo uvijek mnogo snijega. A na drugoj strani kopna bilo bi suho vrijeme bez oblaka i vjetra. Ljeti, u toku dugog šestmjesečnog dana sunce bi uspijevalo na polu jako zagrijati zemlju i zrak — jer bi vjetrove hladnih mora zadržavale planine.

Znači, kad bi kontinenti i planine bili drugačije raspoređeni na zemlji, na polu ne bi bilo hladno kao sada, nego toplo.

Takav divovski pokus s premještanjem planina i kontinenata ne bi se mogao izvesti u prirodi.

Ali pokuse manjih razmjera učenjaci već izvode.

Mi imamo nedaleko od Alma-Ate jedan opservatorij u planinama. Hidrolozi zaposleni u tom opservatoriju čekaju,

ne mogu se načekati, kad će im, konačno, priroda poslati bujicu? Teško je čekati vrijeme od mora. A još je teže dočekati bujicu.

I hidrolozi su počeli razmišljati: bi li mogli napraviti omanju bujicu zbog pokusa.

Bujica izaziva velika rušenja ako dospije na gradske ulice. Priroda se ne pridržava pravila uličnog prometa. A prilikom gradnje umjetne bujice, ona se može tako upraviti, da za svoj put ne bira gradske ulice, nego manje opasnu stazu.

Hidrolozi su pronašli na Velikoj Alma-Atinki podesno korito. Na tome koritu našli su mjesto za branu. Proračunali su, da ako u to korito skrenu vodu iz rijeke, voda će kod brane da se podigne na dovoljnu visinu.

Brana će se moći potom dići u zrak. Voda će se survati niz korito, noseći sa sobom mulj i kamenje. Dobit će se blatno-kamena bujica. Ona se ne će kretati onako, kako joj padne na pamet, nego po maršruti, koja će joj biti unaprijed određena. I sprave, unaprijed raspoređene na njezinom putu, ispričat će hidrolozima sve, što će se tom prilikom dogoditi.

Hidrolozi su sastavili projekt za bujicu. I načelnik Hidroslužbe odobrio je taj projekt.

Stvarani su projekti brana, projekti rezervoara za vodu. Ali je li tkogod slušao o projektiranju poplave?

Znači, da se pokusi mogu vršiti ne samo na laboratorijskom stolu, nego i na širokom stolu zemlje, na prostoru prirode, među planinama i klancima.

Planeta u laboratoriju

Čitalac može pitati: zašto da se pokusi izvođe u tako grandioznom opsegu?

Nije li jednostavnije i jeftinije, da se u laboratoriju naprave modeli rijeka, mora, cijele zemljine kugle i da se na modelima proučava život prirode.

Ljudi tako i rade u mnogim slučajevima.

Učenjak Wirkeland htio je pokusom provjeriti, da li stvarno polarnu svjetlost izazivaju elektroni, koji izlijeću iz sunčanih pjega i baklja.

Wirkeland je uzeo željeznu kuglu i obavio je žicom. Kad je kroz žicu propustio struju, kugla se namagnetizirala kao svaki elektromagnet.

Tu željeznu jezgru Wirkeland je smjestio u mesingani omotač. A omotač je pokrio materijom, koja počinje svijetliti, kad je bombardiraju elektroni.

Dobivena je »terela« — »mala zemlja« sa sjevernim i južnim magnetskim polom.

Sad je trebalo stvoriti »međuplanetarni prostor« s elektronima, koji prodiru kroza nj.

Ulogu međuplanetarnog prostora u ovoj predstavi igrala je ogromna cijev za električna ispražnjavanja — nalik na one svijetleće cijevi koje vidimo na firmama, ali mnogo većih razmjera.

Ostalo je samo, da se »zemlja« stavi u međuplanetarni prostor i da počne predstava.

Kad je »zemlja« jako namagnetizirana i kroz cijev za električna ispražnjavanja puštena struja elektrona, na polovima »zemlje« zasvijetlile su spiralne pruge, nalik na one spiralne vrpce i draperije, koje stanovnici polarnih zemalja vide nad glavom.

Tako su se učenjaci dosjetili, da čak i Zemlju smjeste u laboratorij. Kad je to potrebno, oni stvaraju među četiri zida svoje sobe oceane, rijeke, kontinente.

Našim učenjacima bilo je potrebno da ispitaju plime u Bijelom moru.

Bijelo more nije veliko more. Njegove plime ne bi bile velike, kad kroz njegovo »grlo« ne bi prodirao val plime iz oceana.

Kako se kreće taj val po moru?

Da bi to saznali, učenjaci su sastavljali sheme i vršili proračune. Ali zadatak su otežavali fantastična rezuđenost obala i neravan reljef dna.

Odlučeno je, da se sagradi more u laboratoriju i da se proračuni provjere putem pokusa. Dno je napravljeno od

cementa — točno prema karti dubina. U »more« su nalili vodu, obojenu crnim tušem. A po površini su pustili da plivaju bijeli kružići od papira.

Moglo se već otpočeti s pokusom. Ali, tada su se sjetili, da se zemlja okreće i, zbog veće točnosti, stavili su »more« u bubanj koji se okretao.

Val plime tjeran je kroz morski tjesnac. Kružići papira počinjali su se kretati. I prema njihovu kretanju moglo se suditi o kretanju valova plime po moru.

Jedan naš učenjak, P. P. Lazarev, pokušao je stvoriti u loboratoriju ne samo jedno more, nego cio Svjetski ocean.

U veliku okruglu posudu, koja je predstavljala Svjetski ocean, on je smjestio kontinente, slijepljene od gipsa, po slici i prilici pravih.

U središtu posude bio je pol. A krajevi su igrali ulogu ekvatora. Na stanovitom odstojanju od ekvatora nad posudom je bila obješena prstenasto savijena staklena cijev s ograncima. Kad je u cijev uveden zrak, on je izlazio kroz otvore. Nad vodom su se kretali prema ekvatoru vjetrovi pasati.

Voda je bila obojena crnom bojom, a po njoj su plivali opilici od aluminija.

Kada je Lazarev natjerao pasate, da duvaju u vodu, primijetio je, da su sjajni opiljci zaplovili po crnom oceanu, obilježavajući struje. Lazarev je fotografirao svoj ocean. I fotografije su bile veoma nalik na karte struja, što su ih oceanografi sastavili.

Ovdje se lako mogla uočiti i svima nama poznata Golfska struja, kao i ona kružna struja, što se kreće pravcem suprotnim od kretanja kazaljke na satu i zapljuskuje obale Afrike.

Tada se Lazarev prihvatio još smjelijeg pothvata. Odlučio je ponovo stvoriti struje, kojih više nema, a koje su postojale prije više milijuna godina.

To je značilo, da će se u laboratoriju ponoviti predstava, skinuta s repertoirea prije više milijuna godina.

Lazarev je slijepio od gipsa drevne kontinente, koji su, po pretpostavkama geologa, postojali još onda, kad nije

bilo ni Evrope, ni Azije, ni Amerike. Vode Svjetskog oceana zapljuskivale su u to doba obale kontinenata s imenima, koja su za nas neobična: Nordatlantis, Jontis, Angaris, Mandžuris.

Rasporedivši ove kontinente u Svjetskom oceanu, Lazarev je stavio u pokret pasate. I topla struja, ponikla kod ekvatora, slobodno, ne zadržavajući se, krenula je preko pola, stvarajući neprekidni kružni tok vode od ekvatora prema polu i obratno prema ekvatoru.

Pokus je jasno pokazao, da u ta vremena klima polarnih krajeva nije bila hladna kao sada, nego topla ili čak žarka.

Iz ove najdrevnije epohe Lazarev je odlučio da korakne u poznije vrijeme, kad su i Evropa i Amerika već postojale, ali su bile spojene u jedan ogromni kontinent.

I ponovo je pokus pokazao, kakve su tada bile struje. Topla voda nije mogla stići do pola i zapljuskivala je samo južne krajeve ogromnog kontinenta. Znači, da je tada klima kod nas u Evropi bila mnogo surovija nego danas.

I tek kad su se Evrazija i Amerika razdvojile svaka na svoju stranu i uljudno napravile put Golfskoj struji, klima je postala onakva, kakva je danas.

Tako je učenjak pokušao napraviti u laboratoriju stroj planete; to je bila samo loša imitacija onog kompliciranog mehanizma koji stvarno postoji.

Ali i takav pojednostavljeni model pomogao je učenjaku, da prodre u tajne prirode i da shvati, kako se mijenja kretanje stroja planeta, zašto klima na zemlji nije nepromjenljiva.

Rijeke u laboratoriju

Pa ipak, učenjak ne smije zaboraviti, da model planeta nije planet, i da će se bura u oceanu razlikovati od bure u čaši vode.

Nije teško sagraditi model broda. Ako ga gradite dvadeset puta manjeg od prave veličine, morate sve umanjiti za dvadeset puta — i jarbole, i jedra, i kormilo, i sidro.

Ali s modelom oceana, ili čak rijeke, stvar stoji drukčije. Pretpostavimo da gradimo model Volge. Dužina Volge je tisuće kilometara. A ona se čitava mora smjestiti, ma da na veoma velikom stolu, ali ipak na stolu.

Napravit ćemo Volgu dugu nekoliko metara. Onda će njezina širina biti svega dijelić milimetra, ne veća od konca. A već o dubini da i ne govorimo. Ona gotovo ne će ni imati dubine.

S takvim razmjerima naprosto ne ćemo ni dobiti model. Znači, svaka stvar se ne može predočiti u obliku točnog modela.

Da bi se ipak Volga mogla napraviti u laboratoriju, prisiljeni smo zaboraviti na točnost i ogriješiti dušu — dužinu smanjiti milijun puta, a širinu, recimo, samo tisuću puta. Tada ćemo dobiti Volgu širine nekoliko desetaka centimetara. To više neće biti končić, nego pravi potočić.

Ali, koliko će dubok biti taj potočić? Ako njezinu dubinu umanjimo tisuću puta, naša će Volga biti upravo do koljena.

Morat ćemo opet ogriješiti dušu: širinu ćemo smanjiti tisuću puta, a dubinu samo sto puta.

Tada naša rijeka ne će mnogo nalikovati na Volgu, ali će barem sličiti na rijeku.

Rijeku, međutim, ne čini samo korito. Rijeka prikuplja vodu kao neki danak sa svih okolnih ravnica i brda. Voda se sliva prema rijeci po zemlji i probija se pod zemljom između čestica zemljišta.

Prema tome, potrebno je da se i svako zrno pijeska umanji mnogo puta.

A to spada u one zadatke, koje bi mogao riješiti samo čarobnjak iz bajke.

Očigledno je, da ćemo morati zrnima pijeska ostaviti njihovu prirodnu veličinu.

Tako ćemo dobiti kopiju Volge, koja će se mnogo razlikovati od originala. I što se dalje bude išlo, razlika između originala i kopije bit će uočljivija.

Tu će svaka čestica pijeska ponesena vodom, biti nešto kao velik kamen. Kamenje-čestice pijeska počet će se taložiti na dnu. Na rijeci će se pojaviti pličine i otoci tamo,

gdje im nikako nije mjesto. Naš model će dobiti takav fantastičan izgled, da čak ni najiskusniji kapetan s Volge ne će moći u njemu prepoznati svoju Volgu.

Pa što onda?

Ako već uopće ne možemo, a da ne kvarimo razmjere, onda ih barem treba kvariti što je moguće manje.

Kod nas i u inozemstvu postoje riječni laboratoriji, u kojima se na modelima proučava život riječnog korita.

Da bi umjetna rijeka bila nalik na pravu, ne uzimaju cijelu rijeku, nego samo jedan njezin mali odsječak, ali zato nastoje napraviti što veći model tog odsječka.

Laboratoriji se međusobno takmiče u veličini razmjera modela.

Pred rat je tukao rekord laboratorij u Kujbiševu. Tamo se kroz oluk, koji predstavlja riječno korito, može svake sekunde propustiti pet kubnih metara vode. To više nije potočić, nego prava rijeka.

Uvjeren sam, da će se za nekoliko godina u našoj državi pojaviti hidrološka eksperimentalna baza.

Divovski laboratorij ili, točnije, grupa laboratorija na površini desetka četvornih kilometara.

Na teritoriju baze nalazit će se vlastita jezera i rijeke.

Tamo će se moći proučavati ponašanje vode u prirodi — na zemlji i pod zemljom, na ravninama i po brežuljcima, po livadama i u šumama, na oranici i u močvari.

A što je glavno — tamo će se moći vršiti pokusi i praviti modeli ogromnih razmjera.

U svakom teritoriju postoje stolovi za pokuse. U eksperimentalnoj bazi nalazit će se laboratorijski »stolovi«, čija će površina biti jednaka površini gradskih trgova: dugi i široki na desetke, pa čak i stotine metara.

Na takvoj platformi moći će se graditi modeli rijeka, gotovo bez kvarenja razmjera.

Obični laboratoriji uzimaju vodu iz vodovodne slavine. A tu će za modele biti potrebno toliko vode, da ćemo biti prisiljeni da podignemo branu na jezeru i da iz njega uputimo vodu u umjetne rijeke, u umjetnu Volgu ili Dnjepar.

Koritom jedne takve umjetne rijeke moći će se propustiti deset kubnih metara u sekundi — dvaput više, nego u laboratoriju u Kujbiševu.

U eksperimentalnoj bazi bit će i takav kanal, u kome će brzina vode moći da dostigne do tri metra u sekundi.

To je — brzina najbržih rijeka u kavkaskim planinama.

Kavkaske rijeke ne će teći na Kavkazu, nego negdje u ravnici, usred sjevernih šuma.

Istraživač će moći po svojoj volji prisiliti svoju umjetnu rijeku, da nosi ili taloži teret nanosa, moći će je čas umirivati, čas ponovo puštati na slobodu.

U divovskom laboratoriju bit će i drugi uređaji za pokuse.

Kad u prirodi promatramo otjecanje kišne vode, mi ne možemo po svojoj želji izazvati kišu, naručiti kišne kapi potrebnih razmjera, nageti i livadu ili polje, kako bi se voda brže slivala.

A u laboratoriju će to biti moguće. Istraživač će zapovijedati: »Pustiti pljusak«. I odmah će uređaj za kišu politi mlazovima pljuska površinu od stotine četvornih metara. Istraživač će narediti: »Prestati s pljuskom, pustiti kišu koja sipi«. I nad površinom će početi da sipi, upravo kao nekog dana u studenomu.

Dovoljan će biti jedan pokret poluge, pa da se površina otjecanja nagne pod bilo kakvim uglom.

Da li je tko uspio prisustvovati postanku potoka? Može li ma tko reći, da je pratio čitav život rijeke, počevši od trenutka, kad se za vrijeme kiše stvara na zemlji prva mala mreža potočića i rječica, sićušnih kao igračke?

Ovdje, u laboratoriju otjecanja to se ne će moći samo vidjeti, nego i fotografirati, procijeniti, izmjeriti. Ovdje ćemo vlastitim očima gledati, što se sve događa s kišnim kapima na njihovu putu prema rijeci.

Kapi su, recimo, pale na lišće drveta. Vi ste zatresli drvo. Kapi su pale na zemlju. Ali, što to znači, zatresti drvo mokro od kiše? Da li se mnogo vode zadržava na lišću?

To treba da se izmjeri, ako želimo sebi predočiti kružni tok vode u svim njegovim pojedinostima.

Koliko kišna kap ima zapreka na svom putu! Reklo bi se, eto, aterirala je na aerodromu — pala je na zemlju. Ali tu tek počinju trke s preponama.

Ako je kiša pala na uzorano polje, voda će se zadržati u svim jamama i udubljenima među grudama zemlje, koju je prevrnuo plug. I voda će moći nastaviti svoj put prema rijeci tek kada se jamice prepune.

Sve smo mi to vidjeli tisuću puta. Ali to nije dovoljno vidjeti. To treba izmjeriti.

Tek kada cio put vode prema rijeci bude provjeren i izmjeren, moći ćemo sa sigurnošću davati hidroprognoze, točno predviđati svaku poplavu zbog kiše.

Za to se i stvara na eksperimentalnoj bazi laboratorij za otjecanje.

A kako se kreće voda pod zemljom?

To mora znati i agronom i graditelj puta.

U proljeće, kad sunce počne grijati i sušiti još vlažnu zemlju, voda se kreće iz dubine naviše i nosi, kao iz neke skrivene smočnice, soli, toliko potrebne žudnom biljnom korijenju.

Ponegdje se voda kreće, ispunjavajući sve pore zemljišta. A na drugim mjestima zemljište već izgleda, da je suho, i nevidljiva vlažna opnica puzi naviše, obavijajući svaku grudu, svaku česticu zemlje.

Odozgo na zemlju, koja oživljuje, pada sunčeva svjetlost.

Zrake odozgo i voda što im žuri u susret uzajamnim naporima oblače zemlju u sjajnu živu odjeću.

A u jesen, kada se sunce krije za oblacima, zemlja dobiva malo svjetlosti. Padaju kiše, i voda se ne kreće odozdo naviše, kao u proljeće, nego odozgo naniže, u dubinu, odnoseći sa sobom soli. Ona kao da ih krije u smočnicu za kasnije vrijeme. Voćke i biljke učinile su svoje — donijele su plodove, i priroda im uskraćuje snabdijevanje do slijedećeg proljeća.

Čitavo ovo podzemno gospodarenje mora dobro poznavati prijatelj bilja — agronom.

Ni graditelj puta ne smije biti slijep.

Samo izgleda da je put mrtav. U njemu postoji kretanje, on živi složenim životom. Čak i po najvećoj suši u nasipu puta nevidljivo se kreće voda.

Zašto se putovi raskaljaju i postaju neprolazni? Zašto se put pretvara u besputicu!

Tri laboratorija — za riječno korito, za otjecanje vode i za zemljište — proučavat će na eksperimentalnoj bazi kretanje vode.

Ali voda može biti i nepokretna, kada se pretvori u led.

Na eksperimentalnoj bazi postojat će i laboratoriji za led.

Led u laboratoriju

Svatko je imao prilike vidjeti led na rijeci. Ali se led ne stvara samo na površini rijeke.

Dolje na dnu nevidljivo za naše oči raste led dna. Mi ga vidimo tek, kad ispliva u santama na površinu. Taj tajanstveni podvodni stanovnik počinjava nam prilično neugodnosti. Ako komad leda s dna dospije u turbine, može zaustaviti hidrocentralu.

Kako da kontroliramo postanak i hvatanje leda na dnu? Ne ćemo valjda sjediti pod vodom u ronilačkom odijelu.

A šuga! I ona je neprijatelj hidrotehničara. Ona lišava vode hidrocentrale i vodovode, ispunjavajući njihove rešetke ledenom kašom.

Da bi se promatrao postanak leda u rijeci, da bi se moglo u svako vrijeme i na svakom ledu izazvati zaleđivanje i kretanje leda, također će biti potreban naročiti laboratorij.

U njemu će se nalaziti umjetna rijeka — zatvoren kanal, dug nekoliko desetaka metara.

Nad ovom umjetnom rijekom duvat će umjetni vjetar, koji će se moći po volji izazivati ili zaustavljati, činiti hladnim ili toplim, suhim ili vlažnim.

Stojeći kraj pulta za upravljanje, istraživač ne će na svojoj rijeci mijenjati samo vrijeme, nego i godišnje doba:

stvarat će ljeto usred zime i zimu usred ljeta. Gledajući u sprave, on će moći, ne silazeći s mjesta, izmjeriti temperaturu vode i zraka nad vodom na raznim točkama.

On će moći staviti u rijeku vododjelnu rešetku i gledati kroz prozor, kako ovu rešetku ispunja šuga, ili se na nju hvata podvodni led.

Proučavajući led u laboratoriju, ljudi će pronalaziti sve nove i nove načine borbe protiv njega.

Koliko se puta događalo, da je led u Arktiku zapre-čavao put brodovima. Da bi se otvorio put konvoju, naprijed ide ledolomac i razbija led svojom težinom. Postavlja se pitanje: kako se bolje razbija led. — brzim, ali jakim udarcima ili ne tako velikim opterećenjem, ali koje sporo djeluje. Pokus nam mora pokazati koje opterećenje brže ruši.

Nije laka borba protiv leda na moru. A u zraku je led još strašniji. Kako ćemo odoljeti neprijatelju zrakoplovaca — zaleđivanju?

Kap ulja ili sapunice mijenja strukturu ledenih kristala. Premazujući krila i propeler uljem i sapunom možemo spasiti avion od zaleđivanja. I to se mora temeljito ispitati u laboratoriju, kako bi se moglo sa sigurnošću reći: mi se ne bojimo zaleđivanja.

Ali led nije uvijek naš neprijatelj. On može biti i prijatelj.

Ledenim se putovima već mnogo godina prevoze tovari u našim sjevernim šumama.

Ledena nam je trasa pomogla za vrijeme rata.

I što bolje budemo poznavali led, to ćemo više koristi moći da izvučemo iz toga poznanstva.

Prije dva vijeka u Petrogradu je bila sagrađena ledena kuća i u njoj je proslavljena svadba jednog para dvorskih budala.

A sada inženjeri predlažu, da se grade kuće od leda, ali ne za zabavu. Oni tvrde, da je i led mineral, kao i ostali, i u svakom slučaju najjeftiniji mineral.

Istina, ovaj vodeni kamen ima ozbiljan nedostatak: kad nastane jugovina on prestaje biti kamen, počinje se topiti.

Zato se prije od njega i gradilo samo zbog zabave. Lijepe bi nam bile kuće, kad bismo ih zidali od topljive opeke.

Dođete u grad, tražite kuću broj taj i taj, a kuće nema. Gdje je kuća? Otopila se.

To je još gore od požara. Požar se dešava rijetko, vatra se može gasiti vodom. A od jugovine se ne može umaći, i voda se ne može vatrom ugasiti.

Pa ipak, inženjeri ledotehničari kažu, da se od leda mogu zidati ne samo kuće, nego i brane. Naravno, ne na Krimu, nego na Sjeveru — u carstvu leda. Na Krimu bi ledena kuća bila jednodnevna kuća. A na Sjeveru ona može trajati i trajati.

Proljetna toplina dopire i do sjevera. Ali se tamo mogu poduzeti naročite mjere.

Na primjer, branu od leda možemo pokriti tresetom. I treset će je štititi od sunčevih zraka. Ako se ljeti brana otopi za nekoliko centimetara, moći će opet narasti zimi.

Led ima i drugu nezgodnu osobinu. On se pod opterećenjem kreće. U planinama slojevi granita leže na mjestu, a slojevi leda klize u obliku ledenih rijeka — lednika.

Što nam se može desiti? Mi ćemo sagraditi zgradu od leda, ona će opet kliziti.

Ali i kretanju se može stati na put, samo ako bolje shvatimo, što je led.

Kad hoćemo da vidimo, što se događa u čovjekovoj unutrašnjosti, mi propuštamo kroza nj Röntgenove zrake. I kroz ledene kristaliće također možemo propustiti Röntgenove zrake, da bismo vidjeli, kako su sastavljeni od atoma.

Ali ni to još nije sve. Kada inženjeri proučavaju novi građevinski materijal, oni ga podvrgavaju pravom ispitu: pritiskuju ga, savijaju, lome. I led se također mora podvrgnuti svakovrsnim ispitivanjima.

U budućnosti, kad ledotehnika daleko unaprijed odmakne, vidjet ćemo tamo negdje u Igarki tvornice od leda, skladišta od leda, hidrocentrale od leda, dvorce od leda s ledenim kolonama.

I to nije fantazija. Za polarnim krugom u Norilskom kombinatu sagrađena je brana od leda i ona je izdržala sva ispitivanja.

Naši inženjeri vrše proračun za ledne brane, koje bi bile u stanju izdržati pritisak od četrdeset metara.

Predlažu, da se zgrade od leda uvedu strojevi za hlađenje.

Kada jednom budete putovali po ledenom drumu pored ledenog grada, nehotice ćete se sjetiti snježne tvrđave, koju ste gradili u djetinjstvu, klizanja na klizaljci, ledene kuće u starom Petrogradu i snježne kućice u logoru papanjinaca.

Grad meteorologa

Tek što smo boravili u budućem gradu hidrologa, kojim će usred sjevernih šuma protjecati Volga pored planinskih rijeka Kavkaza, u kome će zima iznenada nastajati usred ljeta, a ljeto usred zime, u kome će se vjetar pokoravati čovječjoj volji, a brane, napravljene od leda, ne će se topiti ni u srpnju.

A sad ćemo se uputiti budućem gradu meteorologa.

Približujući mu se, još izdaleka ugledat ćemo njegove tornjeve.

Evo niskog paviljona zemaljskog magnetizma, duboko ukopanog u zemlju. Evo paviljona sunca sa spravama, koje se same okreću, kako ne bi izgubile iz vida svjetlost povjerenu njihovom staranju. Evo paviljona umjetne jonizacije s mnogo metara visokim tornjem, na kome su postavljeni moćni emanatori nevidljivih Röntgenovih zraka.

Ne mogu se nabrojiti sve zgrade ovog čudnog grada.

Koliko će briga imati njegovi graditelji!

U jednom paviljonu plaše se svjetlosti i moraju sve obojiti crnom bojom. U drugom — ne podnose željezo, kuća mora biti sagrađena bakrenim čavlima, s bakrenim krovom, a čak i zemlja mora biti prosijana prije građenja, da u njoj — ne daj bože — ne bi ostao kakav željezni vi-

jak. A postoji i paviljon, u kome se ne boje samo željeza, nego i svake druge kovine, kako se u kuću ne bi uvukao nezvani gost — električna struja.

Mi smo prije imali u Pavlovsku grad meteorologa, koji je bio poznat u cijelom svijetu. Ali je došao rat, Pavlovsk su zauzeli Nijemci. A kada su se meteorolozi vratili svojoj kući, vidjeli su samo ruševine. Meteorološki paviljon Nijemci su digli u zrak, postavivši mine pod sva četiri ugla. Kućice su spalili. Štit Niferov — konus, koji je štitio kišomjer od vjetra — oni su, zabave radi, natakli na obližnji dimnjak. A magnetski paviljon pretvorili su u bunker.

I sada moramo stvoriti novi grad nauke, koji će premašiti stari.

Uzmimo, recimo, čelični toranj od dvjesta metara, koji će nadvisiti sve zgrade.

Takav toranj nije postojao ni u Pavlovsku. A njemu je, međutim, namijenjena veoma važna i počasna dužnost. On će proučavati besprizorni sloj.

Mi smo više puta slušali o besprizornoj djeci i čak smo čitali o njima u knjigama.

Ali besprizorni sloj zraka! Za njega nekako nismo čuli.

Zato on i jest besprizoran, što se o njemu nije znalo, niti se tko za nj brinuo.

Meteorološka kućica ne vidi ništa dalje od svoga nosa (neka mi strogi kritičari oproste tako slobodan izraz).

Vjetrokaz ima viši stas. Ali ni on se ne uzdiže iznad zemlje više od nekoliko metara.

U visini, počevši od pet stotina metara, zrak ispituju radiosonde.

A šta se događa u sloju između vladavine vjetrokaza i vladavine radiosonde?

To nitko točno ne zna.

Radiosonda se ne može baviti besprizornim slojem, zato što ona proleti kroz sloj za 2—3 minute. A sporije se ne može spuštati, da se uzdizanje ne bi oteglo više sati.

Što da se radi? Ne može se ovaj sloj i dalje ostaviti bez nadzora.

On za nas nije ništa manje važan od bilo kakve stratosfere, kojoj se u posljednje vrijeme posvećuje tolika pažnja.

Kroz besprizorni sloj lete avioni.

U besprizornom sloju i iznad njega sprema se za nas, kao u kuhinji, svakodnevni obrok u obliku kiše, grâda, magle, vedrog vremena.

Stratosferi je malo stalo do zemlje. Zemlja je od nje daleko. A prizemni sloj u svemu zavisi od svoje najbliže susjetke — zemlje.

Zemlja snabdijeva zrak vodom. Zemlja ga grije, dajući mu toplinu, koju sama dobiva od sunca.

Zemlja nam izgleda mirna, solidna. A zrak se odavno smatra za vjetropira, za vjetrogonju.

Ali da nema zemlje, zrak bi bio mnogo mirniji. Ona ga uznemiruje, izaziva u njemu tisuće vihora.

Zrak — svuda je zrak, i iznad šume, i iznad mora i iznad pustinje. A zemlja je različita: na jednom mjestu je pokrivena vodom, na drugom zasuta pijeskom, na trećem — pokrivena travom ili zasjenčena lišćem drveća.

Pijesak se brže grije i hladi od vode. Šumsko lišće se ne grije tako jako, kao pijesak. Svaka jaružica, svaka padina ima svoje malo vrijeme, svoju temperaturu.

Zbog toga se i vazduh na zemlji različito grije: na jednom mjestu više, na drugom — manje. Zemlja ga drmusa, ne daje mu mira. Topli zrak počinje se penjati naviše, a njegovo mjesto zauzima hladni. Vjetrovi i vihori miješaju atmosferu kao tisuće nevidljivih žlica.

Najmanji vihor, što kovitla prašinu u dvorištu, kao i svi ogromni točkovi cirkulacije na našem planetu objašnjavaju se jednim uzrokom: zemlja je izbacila zrak iz ravnoteže, i zrak se bori s njom, suprotstavlja joj se, nastoji da opet povrati svoju ravnotežu, da postane svuda podjednako topao.

I tako po milosti zemlje zrak ima takav vjetrenjasti karakter.

I to je za nas velika sreća.

Kad bi zrak bio nepokretan, otpuštanje topline vršilo bi se vrlo sporo. Jer ne bi bilo vjetrova i vihora, koji hlade zemlju, odnoseći njezinu toplinu u visinu.

Zemlja bi se pregrijavala kao motor čiji je hladnjak pokvaren.

Toplina se ne bi udaljavala od zemlje više od jednog metra. Čitava troposfera bila bi debela jedan metar. Vaše noge bile bi u troposferi, a glava u stratosferi. Glava bi se smrzavala, a nogama bi bilo nepodnošljivo vruće.

Teško da bi ma koje živo biće moglo to da podnese.

Ali sve teče, kako je u svoje vrijeme govorio mudrac Heraklit. Teče i zrak iznad nas. On se kreće i prenosi toplinu, koju je dobio od zemlje, na visinu od nekoliko kilometara — do granica stratosfere.

A u stratosferi zrak je prisiljen da živi isključivo na svoj vlastiti račun, baveći se lovom sunčevih zraka, koje jure pored njega. On ne može mnogo uhvatiti, jer gotovo nema čime da lovi: njegove čestice su tako daleko razbacane jedna od druge. Zato u stratosferi i jest hladno.

Stoga će toranj od dvije stotine metara u gradu meteorologa morati da motri na besprizornog, da pazi na onaj sloj, u kome je najjače kretanje.

To je naročito od značenja za predskazivanje vremena putem izračunavanja.

Baveći se tako svojim proračunima, oni koji na tome izračunavanju rade moraju sebi jasno predočiti, kako se kreće zrak, po kojim pravilima. Mirno, ujednačeno kretanje ima svoja pravila, a vihorasto pak — svoja.

Toranj će biti tako postavljen, da bi bio izložen svim vjetrovima i da bi veoma osjetljivim spravama osjećao i najmanji dašak vjetra, najmanje podizanje i padanje temperature. A promatrač će motriti na pokazivanje sprava, stojeći u paviljonu kraj pulta.

Ne moraju poznavati prizemni sloj samo oni koji prave predračune vremena. Na zemlji se stvaraju magle. A magle zanimaju zrakoplovce. Ako je aerodrom pokriven maglom, na njega se ne može spustiti. Blizu zemlje i na zemlji mo-

ramo imati posla s gololedicom, s ranim mrazovima. Moramo znati da na vrijeme upozorimo radnika za veze na gololedicu, a agronoma — na mrazove.

A zbog toga moramo opet proučavati prizemni sloj, koji se rashlađuje zato, što ga zemlja hladi.

Toranj i radiosonda ovdje će dopunjavati jedno drugo: radiosonda će motriti na gornje slojeve zračnog oceana, a toranj na donje.

Bit će tu i privezanih aerostata, i letećih laboratorija, i radiolokatora.

Gledajući na ekran radiolokatora, meteorolog će moći promatrati nevidljivu dramu, koja se odigrava na sceni prirode.

Ali meteorolog se ne zadovoljava time da bude samo promatrač. Isto onako, kao i hidrolog, i on već pokušava, da se umiješa u predstavu, da upravlja prirodom.

Toranj magle

Za vrijeme Prvog svjetskog rata desio se ovakav slučaj.

Na zapadnoj fronti padale su kiše i ometale ofenzivu saveznika. Netko je u tome osumnjičio Nijemce; da nisu oni uspjeli na neki još nepoznat način izazvati kiše?

U Londonu su pozvali u vojno ministarstvo profesora Shawa, rukovodioca engleske meteorološke službe, i rekli mu:

— Postoji pretpostavka, da su Nijemci izazvali na fronti kišu s ciljem da ometu ofenzivu. Dopuštate li takvu mogućnost?

Shaw je odgovorio:

— Prirodi je potrebno nekoliko nedjelja, da bi okupila oblake nad oceanom i da bi taj zrak prebacila na frontu. Kad bi Nijemci stavili u pokret sve motore i sve ventilatore na svijetu, oni bi za uspješno obavljanje toga posla, morali da ga počnu još u doba gradnje Babilonske kule.

Shaw je dobro znao, što je vrijeme. I on je bio uvjeren, da nije u moći čovjeka, da dijeli megdan s njim.

A da li je to tako? Zar se čovjek mora odreći nade da će moći ukrotiti vrijeme.

Naravno, prirodne sile su beskrajno jače od čovjeka. Ali zar ne možemo pokušati, da ih nabrusimo jednu na drugu: natjerati ih da zarate među sobom?

Mi se ne možemo nositi sa slanom, s mrazom. Ali možemo pozvati u pomoć maglu. Neka ona štiti naše vrtove.

No kako da pozovemo maglu? Poslat ćemo po nju dim.

Na Svesaveznoj poljoprivrednoj izložbi tako su i uradili. Kasni mrazovi su prijetili da unište skupocjene jabuke, kruške i višnje u Mičurinskom vrtu. Vrt je ispunjen naročitom vrstom dima. Zbog dima se nad zemljom počela zgušnjavati magla. Zavjesa magle obavila je vrt i spasila ga od mraza. Izračunato je, da je ova magla jeftinija od grijanja zraka grijalicama, kako voćari ponekad rade.

Ljudi su se naučili da izazovu maglu. Ali se pokazalo, da je mnogo teže rastjerati je. Tu je također trebalo izmisliti neko ratno lukavstvo. Frontalni napad u borbi protiv vremena skupo staje.

Na aerodromima su pokušali da razgone maglu, postavljajući uzduž uzletišta svjetiljke s naftom.

Naravno, ako se ne štedi nafta, može se rastjerati magla barem na malom prostoru.

Međutim, da li se isplati taj posao — grijanje ulice i rasipanje topline u vjetar?

Potrebne su stotine tona nafte, da bi se kod vjetra od 5—6 metara u sekundi stvorio u magli hodnik dužine jednog kilometra, a širok i visok sto metara.

A zar ne bi moglo da se nekako prođe bez grijanja, da se izmisli nešto probitačnije?

Zimi stavljamo između prozora čašicu sa sumpornom kiselinom ili klornim vapnom, da nam se stakla ne bi zamagljivala. Zar ne bismo mogli onda i ovdje upotrebiti sredstva, koja upijaju vodu?

Ali i tu je dara skuplja od mjere. Potrebne su tone takvih sredstava, da bi se u magli stvorio prostor dovoljan za uzlet aviona.

U čemu je stvar? Šta nam nedostaje, da bismo izišli na kraj s maglom? Nedostaje nam znanje. Mi o magli imamo

i odveć maglovite predodžbe. A već o kiši da i ne govorimo. Već toliko godina poznajemo kišu i susrećemo se s njom prilično često. Pa ipak, ona za nas ostaje tajanstvena tuđinka.

Kad sam kao dijete pitao, zašto nastaje kiša i šta je to magla, odrasli su mi odgovarali: duni na hladno staklo, para će se ohladiti i dobit će se kapi.

Ja sam izvodio taj jednostavni pokus, i on je potpuno potvrdio jedinstvenu teoriju, koja kaže, da se magla i kiša stvaraju prilikom hlađenja zraka, zasićena vodenom parom.

Ali eto, i ja sam odrastao i s čuđenjem sam saznao, da ta teorija nije baš tako točna, kao što sam mislio. Uspostavilo se, da samo hlađenje nije dovoljno, da bi se para zgusnula u kapi. Ako uzmemo potpuno čist zrak, pa ga ne samo zasitimo, nego i dvostruko prezasitimo vodenom parom, onda bi nam trebalo 3 sa šestdeset nula godina, da bi se u jednom kubnom centimetru pojavila jedna sićušna kapljica.

A što je potrebno osim hlađenja?

Potrebno je, da se para ima na što hvatati.

U mom dječjem pokusu para se hvatala na prozorsko staklo. A na što se ona hvata u zraku?

Učenjaci su dugo razmišljali o tome i došli do zaključka, da se para hvata na sićušnu prašinu, na čestice iz tvorničkih dimnjaka, na sićušne kristale soli, koji su izbačeni udaranjem valova ili doneseni vjetrom iz slanih pustinja.

Trunak prašine, zrnce pijeska, kristalić soli, čestica dima — to je onaj aerodrom, na koji se spušta kap.

Otuda i nastaje magla, kad obavijemo vrtove dimom.

Prema tome, kad bi zrak nad zemljom bio potpuno čist, kad ga zemlja ne bi snabdijevala prašinom, a more solju, nebo bi uvijek bilo vedro. Ne bi bilo kiše, ne bi bilo rijeka, ne bi bilo ni trave ni stabala. Ne bi bilo ni samih nas.

Kad bi nebo uvijek bilo vedro, onda ne bi imao tko uživati u vedrom vremenu.

Eto opet primjera, kako su nerazdvojno povezani među sobom kopno, voda, zrak i živi zemljin omotač.

Da bi shvatio život planete, učenjak mora vidjeti pred

sobom ne samo čitavu planetu s njenim oceanima i kontinentima, nego i najsitniji trunak prašine u zraku.

Od trunka prašine do planeta jedan je korak.

I tako učenjaci, koji su ispitali fiziku atmosfere, postavljaju sebi nov težak zadatak: da prouče mikrofiziku sićušnih kapi magle ili oblaka, da proprate kako se kapljica u svom začeću hvata na česticu prašine, kako se kapljice slivaju skupa, dok ne izrastu u veliku kišnu kap.

Tek onda kad ljudi budu potpuno shvatili, što je kiša, moći će da je po volji izazivaju i zaustavljaju.

Ali, da bi se proučila kiša i da bi se bliže upoznao kišni oblak, treba taj oblak uhvatiti i staviti ga u kavez kao morsko prase, namijenjeno za pokuse.

Takav kavez za maglu vidio sam u Lenjingradu, u Glavnom geofizičkom laboratoriju. Magla — nije morsko prase; kavez za nju mora biti dovoljno velik.

Komora magle u Glavnom geofizičkom opservatoriju — to je željezni toranj visok deset metara.

U zidovima tornja napravljeni su okrugli prozorčići, da bi se kroz njih moglo gledati unutra i motriti na maglu.

Ako bi se promatrač smjestio u toranj, on bi smetao pokusu, a pokus — njemu. Čovječje tijelo, kao peć, mijenjalo bi temperaturu, mijenjalo uvjete pokusa.

A nema ni potrebe da promatrač bude u tornju. Može se udesiti, da mu sprave putem žica saopćavaju sve, što vide.

Gledajući na kazaljke sprava, promatrač će znati, koliko kapljica ima njegova magla, da li su one velike, imaju li električni naboj i kakav.

Ali da bismo promatrali, potrebno je da imamo što promatrati.

Kako da smjestimo u toranj maglu ili oblak?

Na slobodi, magla se stvara, kad se hladi zrak. A kako da se ohladi zrak u komori?

Ovako se radi: zrak se zabije u komoru, a zatim se pušta da iziđe napolje. I tu nastaje ono, što se dešava, kad pukne automobilska guma. Zabijeni zrak naglo se širi i zbog toga postaje hladniji. Promatrač, koji gleda kroz

okrugli prozorčić, vidi, kako iščezava u gustoj bijeloj magli isto takav prozorčić na suprotnoj strani.

Magla živi dvadesetak minuta, a zatim se raspirši, zato što se zrak grije. No trajanje života magle može se produžiti, ako se zidovi tornja pokriju nečim, što loše propušta toplinu.

Mi još nismo došli do toga, da bismo mogli vršiti pokuse s maglom, kad se ona nalazi u dolini, ili da zapovijedamo oblacima, kad plove po nebu.

Ali oblak se nalazi kod nas u tornju, kao u epruveti. Sad je on u našoj vlasti. Smanjujući pritisak, mi možemo dići oblak na ma koju visinu, — makar i deset kilometara.

U isto vrijeme oblak će se zadržavati kod nas na zemlji, u svojoj epruveti.

Kad kemičar vrši pokuse, on sipa u epruvetu rastvore, baca u nju kristale soli.

I u našu ogromnu željeznu epruvetu možemo također unijeti dodatke po volji. Možemo dodati zraku prašinu ili dim ma kakvog porijekla, ili pak, protivno tome, možemo ga propustiti kroz filtar, da bismo ga očistili od prašine.

Takvi su pokusi vršeni i prije — u komorama manjih razmjera. Kad se u komori naglo širio zrak, stvarao se oblak. Ako je zrak prethodno bio filtriran, oblak se nije pojavljivao — kapljice nisu imale na šta da se uhvate. Ali dovoljno je bilo, da se u komoru unese malo dima, pa da se oblak opet pojavi.

Tako je pokus potvrdio pretpostavke učenjaka.

Radeći u svom laboratoriju, kemičar mućka epruvetom, miješa po njoj staklenim štapićem.

A kako da stresemo toranj, kako da u njemu izmiješamo zrak?

Možemo u nj unijeti avionski propeler, da bi umutio oblak kao pavlaku, pa da vidimo da li će se sitne kapljice zbiti u krupne kišne kapi.

Možemo uraditi i nešto drugo: da pokušamo promućkati kapljice zvucima razne snage i visine, čak i tako visokim, koje ne čuje uho.

Dešava se katkad, da munja udari u sloj magle, i da odmah počne kiša.

U prirodi se takvi slučajevi dešavaju slučajno i svatko ih ne uspijeva zapaziti.

U laboratoriju taj prizor možemo izvesti kad god hoćemo, ponoviti ga onoliko puta, koliko nam je potrebno, izmjeriti, zapisati, izračunati.

Pokušano je da se kroz umjetni oblak propusti umjetna munja. I iz umjetnog oblaka je udarila umjetna kiša.

Što se tu dogodilo?

Električna iskra je napunila kapljice. I to je pomoglo sitnim kapljicama, da se sliju u krupne kapi.

Kapljice igraju u zraku, sudarajući se. Ali se one ne mogu lako sliti ujedno. Često se događa da odskaču jedna od druge kao gumene kugle.

A kad je jedna pozitivno, a druga negativno naelektrizirana, to im pomaže da se privuku.

Da bi izvršili električno punjenje kapljica u oblaku, možemo propustiti kroza nj nevidljive Röntgenove zrake. Nevidljive zrake će naelektrizirati čestice zraka. Naelektrizirane čestice — joni — spuštat će se na kapljice vode i nabijati ih elektricitetom.

Tako ljudi prisiljavaju jedne prirodne sile, da stupaju u borbu protiv drugih. Da bi savladali oblake i magle, ljudi mobiliziraju protiv njih i nevidljive zrake, i nečujne zvukove, i čak od munje stvaraju sebi saveznika.

Ali to je samo u laboratoriju, kazat ćete, u epruveti. Neka je ta epruveta visoka i kao trokatnica, ipak je to samo epruveta. I oblak, nad kojim se vrše pokusi, nije pravi, nego umjetni oblak.

Ali ne brinite ništa.

Od pokusa u laboratoriju često je potreban samo jedan korak do pokusa u prirodi.

Nema sumnje, da će u gradu meteorologa biti sagrađen i paviljon aktivnog utjecaja na vrijeme. Nad paviljonom umjetne jonizacije pojavit će se visok toranj. S njegova vrha jaki emanatori slat će nevidljive zrake na daljinu od jednog kilometra. A snažni katapult odbacivat će uvis jonov oblak — zrak zasićen jonima i nabijen elektricitetom.

Ako ste bili u Lenjingradu na Kirovskim otocima, možda ste imali prilike između ostalih atrakcija vidjeti i slijedeću: čovjeka s padobranom odbacuju uvis pomoću avionskog motora s propelerom odozgo. Čovjek izlijeće kao čep iz boce šampanjca, a zatim se lagano spušta dolje.

Isto takav katapult radit će i u gradu meteorologa, ali ne, da bi zabavljao ljubitelje jakih uzbuđenja, nego zbog nauke.

Čemu se nadaju, čemu teže učenjaci koji rade na problemu aktivnog utjecanja?

Najlakši i najjednostavniji zadatak je — joniziranje zraka za liječenje bolesnika u sanatorijima i kupalištima.

Teža je stvar — boriti se protiv nepogoda. Ljudi su se naučili proricati nepogode. No zar ne bismo mogli ubiti munju još prije, nego što se pojavi? Ne dozvoliti joj, da se pojavi! Svesti je na slabo, tiho ispražnjavanje prije nego što probije zrak!

Mnogi bi za ovo bili zahvalni meteorolozima, a u prvom redu graditelji vodova visokog napona. Njima nepogode zadaju dosta jada.

Ali je najteže — postići izazivanje kiše iz oblaka.

Mi sada znamo, da su zbog toga potrebne sićušne naelektrizirane čestice, na kojima bi se mogla hvatati voda.

I zadatak se sastoji u tome, da uporno vršimo jedan pokus za drugim, ne samo u tornju magle, nego i u prirodi.

Još jedna — posljednja prognoza

Kad pisac priča izmišljenu priču, on je sastavlja po svim zakonima svoje umjetnosti: prvo upoznaje čitaoca s ličnostima, predočava mjesto i vrijeme radnje. Odmah za tim ili čak istovremeno u knjizi se daje zaplet: ličnosti stupaju u borbu među sobom ili protiv prirode, protiv društva. Napregnutost borbe postaje sve veća, dok konačno ne dovede do odlučujućeg momenta, do raspleta. Borba se završava pobjedom jedne ili druge strane. Sve što je bilo

nejasno objašnjava se. Sve se tajne otkrivaju. I knjiga se završava — sretno ili nesretno za one junake, kojima je čitalac naklonjen.

Sasvim je nešto drugo s ovom knjigom. Priča, ispričana u njoj, nije izmišljena. Autor nije bio prisiljen ništa izmisliti. I on to ne žali: jer je istina često neobičnija od svake fantazije.

Vi ne ćete naći kod Julesa Vernea toranj magle. I ni u jednom fantastičnom romanu nema Robinsona-automata, koji šalje izvještaje o vremenu s nenaseljenog otoka.

Dva grada nauke — grad hidrologa i grad meteorologa — također nisu plod moje fantazije. Njihovi su projekti već sastavljeni, pristupljeno je već građenju.

Tu su se inženjeri pokazali veći pronalazači od romansijera.

Pa ipak je prednost na strani pisca. On može svoj roman dovesti do kraja.

A kako da se dovede do kraja, do raspleta, roman bez fantazija, koji opisuje stvarnu borbu čovjeka s prirodom?

Kako da se otkriju tajne, koje još nije otkrio junak?

Junak ove knjige bio je u prvim poglavljima slabo, mračno, bespomoćno biće. On se plašio svakog udarca groma i prinosio žrtve bogovima mora pred polazak na plovidbu.

Kasnije je počeo bolje shvaćati, šta je to vrijeme. On se naučio gledati nevidljivo. On je saznao, da vrijeme nije svemoćni pobjednik: ono se samo podvrgava zakonima prirode.

Čovjek je sve više uzimao vlast nad vremenom, nad vodom i vatrom. On se naučio predviđati nepogode i poplave, ma da mu se događa, da još i sada u tome pogriješi.

I evo, knjiga se približava kraju, a rasplet se ne vidi. U suštini, radnja samo dolazi do odlučujućeg trenutka.

Sve četiri prirodne sile već rade za čovjeka. Zemlja ga odijeva i hrani, daje mu materijal za građevine i gorivo za strojeve.

Vjetar okreće krila na vjetrenjačama ili na centralama na vjetar.

Riječna voda pokreće turbine.

Sunce suši plodove, otapa sumpor, crpe vodu.
Čak se i more već prihvaća korisna rada.

Ako posjetite Crnomorsku hidrofizičku stanicu, zapazit ćete tamo malu crpku, koju pokreću valovi. Među stijenama je učvršćen cilindar napravljen od granate. U cilindru se kreće naprijed i nazad klip, vukući vodu. A klip guraju valovi, udarajući u okrugli tanjir odbojnika, što se nalazi na kraju klipnjače.

Izmišljeni su i neki drugi strojevi na valove. More je prisiljeno, da diže i spušta plovak, ili da okreće točak za razbijanje valova.

Postoje i centrale, koje pokreće plima. Tu se val plime hvata u basen, a pri puštanju natjeruje — da pokreće točak turbine.

Iako je more ogromna slobodna prirodna sila, došlo je vrijeme da se i ono podredi čovječjoj volji.

Čovjek pokušava pokoriti i oblake, koji plove po nebu.
Ali tu su njegovi uspjesi još sasvim mali.

Što predstavlja mali umjetni oblak u komori magle u usporedbi s nepreglednim slojevima oblaka, koje sa sobom nosi zračna masa?

A izazivati kišu još je teže, nego stvoriti oblak.

Čovjek pokušava zaštititi svoje šume i polja od vjetrova zaštitnim pojasevima. Ali, da li je u stanju okrenuti točak cirkulacije, da bi kretanje zračnih prirodnih sila uputio na protivnu stranu.

Ne, to je tek stvar budućnosti.

I bojim se, da ću morati prekinuti svoju priču prije odlučnog momenta.

Ali, kako da ostavim knjigu bez kraja, bez raspleta?
Rasplet ćemo morati zamisliti.

Tamo, gdje nedostaje činjenica, prisiljeni smo, da pozovemo u pomoć maštu.

Pokušat ću ispričati, kako ja zamišljam odlučnu bitku čovjeka s vremenom. Nastojat ću, da u toj prognozi budem vjeran istini — da koristim aerodrom činjenica za let u budućnost.

U knjizi se mnogo govorilo o hidrometeorološkim stanicama. Nije teško zamisliti vrijeme, kad će po čitavoj

zemlji — na kopnu i na moru, visoko u zraku i duboko pod vodom biti raspoređene u strogo smišljenom redu stanice, koje će raditi bez ljudi. Signali ovih automatskih stanica dospijevat će u komplicirane agregate strojeva za proricanje vremena putem izračunavanja.

Strojevi će izvršiti potrebna računanja s dobivenim podacima i dat će prognozisti osnovu za njegov rad.

Automati će obaviti svoj posao. Dalje će već sve zavisiti od znanja i spretnosti prognoziste, koji će jedini biti u stanju da uzme u obzir i najosjetljivije osobine vremena, sve sitne i lokalne pojedinosti.

Gotova prognoza bit će napisana na vrpci.

I kada vam se prohtije da saznate sutrašnje vrijeme, vi ćete u telefonskom imeniku izabrati potreban broj i čut ćete odgovor:

»U Moskvi u toliko i toliko sati past će toliko i toliko milimetara kiše«.

A gdje je onaj aerodrom činjenica, s koga sam obećao da ću krenuti u budućnost?

Automatske stanice već postoje.

Predviđanje vremena putem izračunavanja praktički je već moguće. Postoje i strojevi za računanje, koji pomažu da se izvrše komplicirana izračunavanja.

Postoji već i stroj za izračunavanje plime na godinu dana unaprijed. Njime se, prema kazivanju hidrologa, lakše rukuje, nego autom.

Postoji nekoliko odvojenih karika. Prema njima se može sastaviti cio lanac.

Ali, ostajući dosljedan istini, hoću odmah da upozorim čitaoca: ne će biti baš tako lako, da se stvori stroj za izračunavanje vremena.

Bilo je potrebno više vjekova, da bi se riješio zadatak o plimama.

A zadatak o vremenu je mnogo kompliciraniji.

U plimama su samo tri učesnika: sunce, mjesec i zemlja.

A kad imamo posla s vremenom, na našoj se tabli nalaze tisuće figura. U igri sudjeluju ne samo zračne mase,

nego i oceani, i rijeke, i planinski grebeni, i vulkani, i šume, i polja, i stepe, i morski led i pustinje... Učesnika je toliko, da se ne mogu prebrojiti.

I zbog toga može biti beskonačno mnogo varijanata igre.

U plimama imamo posla s nebeskim tijelima, s Kosmosom. A Kosmos — kako kaže jedan učenjak — »provodi odmjereno uredan način života«. Nebeska tijela kreću se uvijek po jednom te istom putu. I to kretanje podvrgnuto je malom broju uzroka. Planeta na svom putu nema zapreka, koje bi je mogle natjerati, da skrene u stranu ili da se vrati natrag.

A Vrijeme provodi neuredan način života. Na njegovo ponašanje utječe mnogo uzroka — i zemaljskih i nebeskih, koji se ne mogu uvijek uočiti i unaprijed pogoditi.

Kad se Vrijeme umiješa u kosmičku, pravilnu igru plima, ono i u nju unosi nered. Vjetar može pritjerati vodu k obali i povećati visinu plime. Ili obratno, on može odagnati vodu, i plima će biti niža, nego što treba da bude po proračunu.

A kako da pogodimo, kakav će biti vjetar?

Stroj izračunava plime za godinu dana unaprijed.

A vjetar je teško izračunati i za dvadeset i četiri sata unaprijed.

Eto zašto ja mislim, da ne će biti tako lako stvoriti stroj za izračunavanje vremena.

I teško da će on davati apsolutno točne prognoze.

Jer za izračunavanje će biti potrebno, da se uzimaju u račun samo glavni uzroci, a odbacuju slučajni, koji se ne mogu uzeti u obzir. Zbog toga će ispunjavanje prognoza uvijek biti manje od sto procenata.

U riječniku hidrometeorologa izraz »očekuje se« teško da će ikad biti moguće zamijeniti izrazom »bit će«.

Ali, naravno, što dalje, to će prognoze biti točnije. Već sada dnevne prognoze vremena ispunjavaju se sa 80—90 procenata, a kratkoročne prognoze vodostaja na rijekama — sa 95—98 procenata.

Teško će biti ljudima da postignu svaki daljni procenat ispunjavanja.

Ali će zato biti u stanju da predvide ono, što im sada ni na pamet ne pada. Oni ne će znati samo, da li će pasti kiša, nego i količinu taloga. Oni ne će govoriti: »Očekuje se otopljenje«, nego će reći, koliko će upravo topline biti preneseno sa sjevera na jug, ili s oceana na kopno, i za koliko će stupanja to povisiti temperaturu.

Knjiga dobitaka i gubitaka prirode ležat će otvorena pred njihovim očima. I oni će lako izračunati, da li je mnogo topline ili vode prešlo iz jedne rubrike u drugu.

A da li će se osposobiti, da po svojoj volji raspoređuju dobitak i gubitak?

Da li će oni ikad moći upravljati strojem planeta?

Poletjet ćemo opet u budućnost s aerodroma činjenica.

Vrijeme i klimu stvaraju sunce, zrak, zemlja i voda.

Sunce ne možemo izmijeniti. Zrakom je teško upravljati. A zemlja i voda u našim su rukama. Čovjek ih odavno savlađuje, navodnjavajući pustinje, krčeći šume, isušujući močvare.

Gdje je isušena močvara, tu zrak nije tako vlažan. Tamo rjeđe padaju slane, zato što se manje topline troši na isparivanje vode.

Krčenje šuma u Sibiru ima za posljedicu, da zemlja postaje toplija i da je time vječiti mraz prisiljen na povlačenje u dubinu.

A u stepama Povolžja šumski pojasi štite polja ljeti od suše, a zimi od hladnoća.

U Srednjoj Aziji vrelo ljetno sunce otapa snjegove na planinama. Slivaju se snježnice s planina tisućama potoka i vodopada. Ljetni povodanj prolazi rijekama kao visoki val.

Voda se sliva s planinskih visova do čovjekovih nogu, a čovjek je upućuje bezbrojnim putićima-kanalićima na polja. Uzduž kanalića on zasađuje stabla, da bi ona zadržavala vjetar, da bi kao stražari čuvala vodu od vrelih sunčevih zraka i ne bi joj dopuštala, da bježi u zrak.

Usred pijeska nastaje oaza, gdje ni žega nije tako nesnosna, gdje ni zrak nije tako suh, gdje ni vjetar ne vršlja onako kao u pustinji.

Tako se proteže dugi lanac:

sunce — snjegovi na planinama — rijeka — čovjek — kanalići — oaza

Klima je stvorila i rijeke i pustinje Srednje Azije. A čovjek je naredio rijekama da navodnjavaju pustinje. I lanac uzroka i posljedica zatvorio se u prsten. Klima je postala drugačija — ona je bila uzrok, a postala je posljedica.

Tako, mijenjajući lik zemlje, čovjek mjestimično mijenja klimu, pa prema tome i vrijeme.

Svaki novi rezervoir vode — Moskovsko more, Ribinsko more — mijenja klimu okoline.

Ako upitamo klimatologa, on će reći, da se tu ne mijenja klima države, nego mikroklima jednog njezinog izvjesnog kutića.

Ali, što nam smeta, da zamislimo slijedeći korak?

U našoj državi izmjena lika zemlje vrši se po naučnom planu i u sve većim razmjerima.

I ako se poslužimo maštom, vidjet ćemo u budućnosti grandiozne radove, koji će na ogromnom prostoru izmijeniti klimu naše države.

Učenjaci već pokušavaju stvoriti projekte za takve radove. Još je Vojejkov razmišljao o tome, šta bi se desilo, kad bi odvojili plitki zaljev Kara-Bogaz-Gol od Kaspijskog mora.

Ovaj zaljev potkrada svoje more: crpe iz njega i vodu i so. Voda ishlapljuje, a so se taloži na obalama.

Ako Kara-Bogaz-Gol odvojimo od mora, ono će postati bogatije i vodom i solju. Gubitak vode će se smanjiti, a dobitak će ostati isti. A zbog toga će nivo vode porasti. Voda će u moru postati slanija, a takva slanija voda toplija je i zimi i u jesen.

U naše vrijeme pojavio se jedan još smjeliji projekt: da se pregrade branom Gibraltarski moreuz i Dardaneli, da bi se prisililo more, da promijeni klimu u Africi.

Sredozemno more ima veće isparivanje po četvornom metru, nego njegovi susjedi — Atlanski ocean i Crno more. Zato je nivo vode u Sredozemnom moru za 30 centimetara niži od nivoa vode u Oceanu i za 50 centimetara niži nego u Crnom moru.

Izgradnja brana omogućit će dobivanje energije. A ta energija bit će dovoljna, da se tri četvrtine Sahare pretvore u ogromnu oazu.

Ne znam, da li će se to ikad ostvariti. Sahara je daleko od nas. Mi imamo svoje pustinje. I naši učenjaci već odavno razmišljaju o tome, kako da pobijede sušu, koja uništava ljetinu u stepama Zavolžja.

Voda nam dolazi sa Zapada, iz oceana. Jedan njezin dio pada u obliku kiše daleko od obale i sliva se natrag u ocean. A drugi dio ishlapljuje iz zemljišta, ili s lišća drveća i nastavlja put na istok. To se usput ponavlja nekoliko puta. A što dalje prema istoku, to manje ostaje vode. Zato ona nedostaje našim stepama u Zavolžju.

Kako da se umiješamo u kružni tok vode? Šta da učinimo, da bi se usput manje vode vraćalo u more, a veći dio produžavao put?

Autori jednog projekta predlažu, da se pojača isparivanje na zapadu, gdje je mnogo vode. I da se u tu svrhu tamo sade i njeguju šume. Neka stabla rade kao crpke: neka žilama crpu vodu i ustupaju je zraku.

A na Jugoistoku, gdje je vode i onako malo, potrebno je da se smanji njezino otjecanje, zadržavanjem snijega po poljima, zaustavljanjem kišne vode pomoću brana.

Tada će više vode stići do suhih stepa. I za dva tri stoljeća u Povolžju će se zaboraviti, što je to suša.

Mnogi su bili protiv ovoga projekta. Govorili su, da stvar nije tako jednostavna. Stroj planete je kompliciraniji, nego što ponekad izgleda.

Vjetrovi ne duvaju uvijek sa zapada na istok. Vjetrovi ponekad duvaju i sa sjevera i sjeveroistoka. Kad bi oni prevladali, onda bi prijenos vode pošao sasvim drugim putem.

Pa čak ako voda i stigne do stepa i pustinja, to još ne znači, da će ona tamo i pasti u obliku kiše. Nad pustinjom zrak je toliko vreo, da se oblaci tope u njemu kao šećer u uzavreloj vodi.

Mi imamo pješčane pustinje u blizini Kaspijskog mora. Voda je pokraj njih. Pa da li je one dovoljno dobivaju?

Postojali su i drugi prigovori protiv projekta.

Ali, zar će se pokušaj ograničiti samo na ovaj jedan projekt? Bit će i drugih, bolje zamišljenih i pravilnije postavljenih.

I ne samo, da će ih biti, nego ih već i ima.

Nemojte uzeti Povolžje, već Daleki Istok. Tamo je opet druga nevolja, tamo ljudi ne trpe od vrućine, nego od hladnoće.

Vladivostok se ne nalazi sjevernije od Jalte. Pa ipak je u Vladivostoku hladnije, nego kod nas u Moskvi.

U Ohotskom moru led zatvara put brodovima. Na obalama je za sve vrijeme ljeta magla: sunce se tamo i ne vidi. A gdje nema sunca, gdje je hladno, tamo i žita slabo uspijevaju ili uopće ne uspijevaju.

Ako pogledamo na klimatsku kartu, odmah nam pada u oči čudno ponašanje izoterma — linija iste temperature.

Izoterme za mjesec srpanj protežu se preko cijele države — od Murmanska do Igarke, od Moskve do Jakutska. Ali, približavajući se Dalekom Istoku, one odjednom naglo skreću i idu prema jugu — od Jakutska k Vladivostoku. Proizlazi, da u Vladivostoku — na širini preko četrdeset stupanja — ljeti nije toplije, nego u Jakutsku, koji se nalazi dvadeset stupanja sjevernije.

Kako da se isprave izoterme? Kako da Vladivostok pretvorimo u dalekoistočnu Jaltu i da tamo uspijeva vinova loza. Kako da Nikolajevsk na Amuru postane pristanište, koje se ne zaleđuje.

Na to se odavno misli.

Još godine 1894. pojavio se prijedlog, da se Tatarski moreuz zatvori — podizanjem brane između kopna i Sahalina. U tom slučaju voda ne bi mogla prelaziti iz hladnijeg Ohotskog mora u Japansko more — a pošto ne bi bilo hladne sjeverne struje, klima na obali — od Nikolajevska do Vladivostoka — postala bi toplija.

Tako grandiozan projekt nije se mogao ostvariti u ono doba. Ali da je i bio ostvaren, koristi bi bilo malo. U projektu je bila pogreška. Grijешku je uočio admiral Makarov.

Zašto se imala podići brana? Da bi se zapriječio put hladnoj struji iz Ohotskog mora. Ali je admiral Makarov

dokazao, da takva struja ustvari ne postoji. Ne postoji i ne može ni postojati. Prije se može pretpostaviti nešto suprotno tome, da u Tatarskom moreuzu postoji struja protivnog pravca: ne sa sjevera na jug, nego s juga na sjever.

U Japansko more utječe topla struja Kuro-Šio. I zbog toga je nivo vode u Japanskom moru viši nego u Ohotskom.

A zašto je onda Ohotsko more tako hladno? Zašto se ono zimi zaledi?

Admiral Makarov je smatrao, da je za to kriva rijeka Amur. Ona se ulijeva u moreuz baš na njegovu najužem dijelu i tako sprječava prolaz struji iz Japanskog mora.

Danas već postoji novi projekt — skrenuti Amur, da se ne ulijeva u Tatarski moreuz, nego sjevernije — u Ohotsko more. Tada će topla struja imati slobodan prolaz s sjeveru. I klima u primorju postat će toplija — sve do Kamčatke.

Ali ni ovaj projekt nije bio bez griješke. I tu je bilo propusta. Bili su izgubljeni iz vida vjetrovi — monsuni.

Monsuni duvaju ljeti s mora na kopno, s istoka na zapad — i izazivaju strujanje morske vode. Okretanje zemlje skreće ovo strujanje vjetra udesno — na jug. Zbog toga se uzduž obala Ohotskog i Japanskog mora pojavljuje hladna struja sa sjevera na jug.

Nad hladnom vodom uz obalu lebdi magla kao gusta zavjesa, zaklanjajući sunce.

I ako želimo da primorska klima postane toplija, mi moramo doskočiti hladnim strujama!

Ali, da li je to moguće?

Inženjeri kažu da jest. Predlažu da se prokopa kanal tamo, gdje se Kamčatka vezuje za kopno. Monsuni će kao i obično goniti hladnu vodu u sjeverni kut Ohotskog mora. Ali će voda, umjesto da pođe uzduž obale na jug, otići kroz kanal, kao kroz otvorenu slavinu u Beringovo more.

A kad više ne bude kraj obala hladne struje, onda više ništa ne će smetati toploj vodi Japanskog mora, da prolazi kroz Tatarski moreuz.

Izoterme će se ispraviti, podvrgavajući se čovjekovoj volji.

Magla u primorju iščeznut će zauvijek.

Blistava sunčeva svjetlost obasjat će zemlju. I zemlja će se okititi njivama i vrtovima.

U Tatarskom moreuzu struja će odnijeti mulj i pijesak, kojim Amur zasipa morsko dno kod Nikolajevska. Nikolajevsk će postati duboko pristanište, koje se pritom ne će zaleđivati.

Da li i u ovom projektu nema griješke?

Tu je potrebno provjeravanje, potrebni su proračuni.

A ove proračune nije nemoguće izvesti. Neki od njih već se izvode.

Nedavno je profesor N. N. Zubov u Oceanografskom institutu proračunao, što bi se desilo, kako bi se izmijenila klima, ako bi se Azovsko more odvojilo od Crnog.

Eto, što se već radi. Eto, kakve sve proračune i projekte sastavljaju trezveni ljudi — inženjeri i profesori, a ne sanjalice i autori fantastičnih romana.

Ali, ako je to tako, zašto onda da u buduće petogodišnje planove ne unesemo nove odsjeke: »Poboljšanje klime na Dalekom Istoku«.

»Ispravljanje izotermi Ohotskog mora«.

»Uništavanje pustinja u Srednjoj Aziji«.

Prije sam kazao, da vodu i zemlju lakše svladavamo, nego zrak.

Čovjek je još preslab, da bi mogao misliti na gospodarenje cirkulacijom zraka.

Zaustaviti točak cirkulacije mnogo je teže, nego zadržati rukom zahuktali voz.

Ali, da li ćemo uvijek biti tako slabi?

Francuski učenjak Auguste Comte rekao je jednom:

»Mi nikad ne ćemo dokučiti kemijski sastav nebeskih tijela«.

A osam godina kasnije bila je pronađena spektralna analiza. I kemičari su pristupili proučavanju sastava sunca s takvom marljivošću, kao da im je pošlo za rukom, da stave sunce u retortu.

S upravljanjem vremenom može se dogoditi isto, što i s pronalaskom spektralne analize.

Još donedavna smo čitali u »Kursu klimatologije«, napisanom za studente:

»Prema današnjem stanju naših nauka i tehnike, umjetna promjena klime putem neposrednog utjecaja na opću cirkulaciju atmosfere nije ostvarljiva«.

Tako je pisao godine 1940. naš poznati klimatolog profesor E. S. Rubinštajn.

A šest godina kasnije na sjednici Akademije znanosti SSSR govorio je rukovodilac svih hidrologa i klimatologa naše domovine E. K. Fjodorov.

I evo, što je on rekao u svom izvještaju:

»Može se pretpostavljati, da će se, izvođenjem jakog zagrijanja zraka u nekoj oblasti, recimo korišćenjem atomske energije, u izvjesnim slučajevima moći izmijeniti pravac kretanja zračnih masa«.

To je rečeno oprezno. Pa ipak, to znači, da se od godine 1940. mnogo toga promijenilo. Tada je ljudima nedostajala snaga potrebna za upravljanje vremenom. A sada su oni već pronašli onu snagu, koja će im s vremenom pružiti mogućnost, da po volji mijenjaju cirkulaciju atmosfere.

Učenjaci već pokušavaju izračunati, koliko treba utrošiti atomske energije, da bi se hladna masa ugrijala na svome izvoru, ili da bi se stvorio umjetni ciklon.

Takav je proračun objavljen u svesku drugom zbornika: »Meteorologija i hidrologija« za godinu 1946.

Autor članka spominje slučaj iz godine 1924., kada je hladni val arktičkog zraka iz Karskog mora prošao preko cijele naše domovine od sjeveroistoka prema jugozapadu i za pet dana dospio u Gruziju. Nekoliko dana u Gruziji su bjesnjele mećave. Mraz i snijeg uništili su priličan broj stabala mandarina i naranča i nanijeli mnogo jada zemljoradnicima Gruzije.

Da se ovo ne bi desilo, bilo bi potrebno, da se na umjetni način izvrši transformacija zračne mase, da se ona ugrije za dvadesetak stupnja.

Ali bi u tu svrhu bila potrebna ogromna količina urana, gotovo 54 tone.

Grijati zračnu masu — znači napasti je frontalno. A zar ne možemo naći zaobilazan manevar? Zar ne možemo pokrenuti prirodne sile, da poslije one same rade?

Autor članka misli, da je to moguće. Da bi hladna masa skrenula sa svoga puta, potrebno je izmijeniti raspored baro-uzvisina i baro-ulegnuća nad zemljom.

Tako, na primjer, kada bi negdje sjeverno od Karskog mora, recimo u području Sjeverne Zemlje — bio stvoren umjetni ciklon, izazvano baro-ulegnuće privuklo bi sebi teži hladni zrak. Zemljino kretanje skrenulo bi struju u desno — k istoku. I umjesto da teče prema jugozapadu, hladni bi se val uputio na drugu stranu.

A tamo bi umjetnom ciklonu pomogao drugi, pravi, koji se nalazi nad ušćem rijeke Ob. Oba ciklona bi se spojila i počela kao ventilator crpsti hladni zrak iz područja Karskog mora.

Ali, kako da se stvori umjetni ciklon?

Tu ne bi bilo potrebno 54 tone, nego samo 34 kilograma urana (U-235). Snažni priliv topline ugrijao bi zrak na velikom prostoru. Topli bi zrak uzletjeo uvis do same stratosfere. Dobio bi se lijevak, u koji bi, kružeći kao vihor, navalio okolni hladniji zrak.

Tako ljudi ne samo da maštaju o gospodarenju nad vremenom, nego s olovkom u ruci pokušavaju izračunati, koliko je za to potrebno energije.

Imao sam prilike da nedavno govorim s jednim rukovodiocem Centralnog instituta prognoza.

I on mi je također rekao, da se može već ozbiljno pomišljati o utjecanju na atmosferske procese ogromnih razmjera.

Tog istog jutra pročitao sam u novinama, da su Amerikanci pokušali pomoću atomske bombe potopiti u Tihom oceanu flotu, koja se nalazila u laguni Koralskog otoka.

Ja sam sjedio za stolom u jednom kabinetu Centralnog instituta prognoza i slušao izlaganja o budućoj primjeni najsnažnije od svih prirodnih sila u miroljubive svrhe za dobro čovječanstva.

Slušao sam, i u mašti su se nesvjesno preda mnom stvarale slike divovskih borbi s prirodom.

Ukazala mi se eskadra aviona, kojima se upravlja pomoću radija. Avioni su letjeli na sjever, da bi tamo pomoću atomske energije ugrijali zrak.

Divovski stupovi vode i pare uzdizali su se nad nemirnim morem. Otapala su se i ishlapljivala ledena brda. Topli pljuskovi izlivali su se na more tamo, gdje su još jučer bjesnjele mećave.

I odmah poslije toga preda mnom su se ukazivali nepregledni prostori vode, usred zime oslobođeni ledenog pokrivača. Negdje u daljini još su se topili posljednji odlomci ledenih polja, a iz sjevernih luka već su polazili brodovi, da najkraćim putem prijeđu preko Sjevernog ledenog mora, koje im je postalo pristupačno.

Ukazale su mi se i druge eskadre, koje su letjele na sjeverni Atlantik. Njima je bilo stavljeno u zadatak, da napadnu zračnu masu u samom izvoru njenog stvaranja, da joj dadu one osobine, koje su potrebne, i da je upute tamo, kamo treba.

Ja sam se u mislima prenio u budući štab upravljanja vremenom, gdje su jedni meteorolozi, stojeći kraj ekrana radiolokatora, pazili na kretanje masa, kojima se upravlja, dok su drugi proračunali plan za nove napade, za nove bitke protiv prirodne sile.

Vidio sam hidrologe, koji su, nagnuti nad kartom, radili na projektu za produženje plovidbe po sjevernim rijekama u toku čitave zime.

U susjednoj sobi razrađivan je drugi projekt — reguliranje proljeća i topljenja snijega u planinama Srednje Azije.

Prelazio sam iz jedne sobe u drugu i svud se radilo, svuda su ljudi računali i proračunavali, ne samo ono vrijeme, koje jest, nego i ono, koje će tek nastati.

Evo, što sam zamišljao, slušajući učenjakova izlaganja.

Mislio sam na to, koliko je snažna nauka, koja od malog, slabog čovjeka čini gospodara prirodnih sila.

A da bi odnijelo konačnu pobjedu u toj borbi protiv prirodnih sila, koja traje tisućama godina, čovječanstvu je potrebno samo jedno: da se nauči upravljati vlastitim životom, kako znanost u njegovim rukama ne bi bila razorna, nego stvaralačka snaga.

Kraj

S A D R Ž A J

Četvrto poglavlje

ZAKONI VJETROVA I OLUJA

Peto poglavlje

TRI SVIJETA

Šesto poglavlje

STROJ PLANETE

Sedmo poglavlje

TISUĆAMA OČIJU

Osmo poglavlje

O RIJEKAMA, O MORIMA, O SNJEŽNIM VRHOVIMA

Deveto poglavlje

PUTOVANJE U SUTRAŠNJICU

Deseto poglavlje

PREDVIĐANJE OLUJA I POPLAVA

Jedanaesto poglavlje

U DANIMA MIRA I U DANIMA RATA

Dvanaesto poglavlje

UKROĆIVANJE JOGUNICE

Redaktori *M. Mulić* i *I. Krolo*
Naslovnu stranu izradio *M. Benković*
Korektori *L. Golubović* i *G. Popović*

*

Izdavač Omladinsko izdavačko poduzeće
Novo Pokoljenje, Zagreb, Vojnovićeva 31
Za izdavača *Živko Jeličić*

Tiskano latinicom i ćirilicom
Izdanje latinicom predano u tisak 23. VII. 1948.
Tiskanje dovršeno 20. XI. 1948.
u Štamparskom zavodu »*Ognjen Prica*«
u Zagrebu